

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-008093

(43)Date of publication of application : 10.01.2003

(51)Int.Cl.

H01L 41/09  
 G01C 19/56  
 G01P 9/04  
 G01P 15/09  
 H01L 41/08  
 H01L 41/187  
 H01L 41/22

(21)Application number : 2001-182898

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 18.06.2001

(72)Inventor : IKEDA KOJI

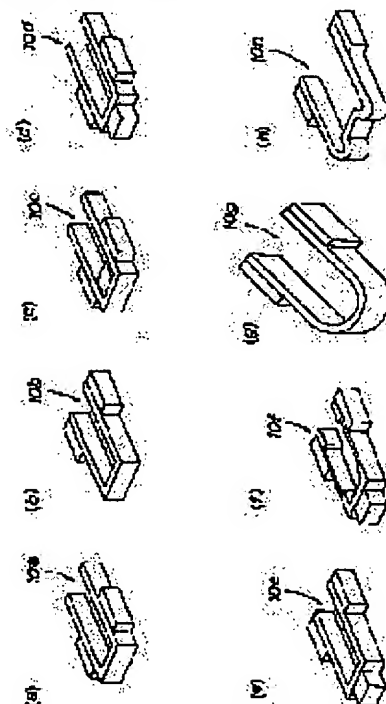
SHIBATA KAZUYOSHI

## (54) PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRICTIVE DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To constitute a piezoelectric/electrostrictive device comprising a base 11 having a pair of opposed movable units 11a, 11b, and a coupling part 11c for coupling the units 11a, 11b to each other at one end sides, and piezoelectric/ electrostrictive elements 12a, 12b arranged at side faces of the units 11a, 11b of the base 11 in a simple structure having the small number of components.

**SOLUTION:** The base 11 is formed integrally in a lateral U shape or a U shape by curving one band-like flat plate. The movable units 11a, 11b are extended in a predetermined length from each end of a coupling part 11c to other end side, and the other ends of the units 11a and 11b are disposed at mounting sites if a component to be controlled or a component to be inspected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS****[Claim(s)]**

[Claim 1] The base which has the connection section which connects mutually the moving part and both [ these ] the moving part of the couple which carries out phase opposite, and which is mutually arranged in parallel at an end section side, They are the piezo-electricity / electrostriction device which comes to provide the piezo-electricity / electrostriction component arranged in one [ in this base / at least ] lateral surface of said both moving part. They are the piezo-electricity / electrostriction device which said base consists of band-like plates of one sheet in one, and is characterized by said each moving part having extended from each edge of said connection section to the predetermined die-length other end side.

[Claim 2] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by said piezo-electricity / electrostriction component being shorter than said moving part in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1, and being located in the other end side of this moving part.

[Claim 3] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by said piezo-electricity / electrostriction component being shorter than said moving part in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1, and being located in the end section side of this moving part.

[Claim 4] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by presenting the shape of an abbreviation KO character which carries out opening of said base to the other end side of said both moving part in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1.

[Claim 5] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by said base equipping the inner surface [ of said connection section ], or outside surface side with the plate section in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 4.

[Claim 6] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by presenting the letter of the abbreviation for U characters which carries out opening of said base to the other end side of said both moving part in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1.

[Claim 7] The piezo-electricity / electrostriction device characterized by forming in a radii-like hollow the connection part between each edge of each moving part which constitutes said base, and the connection section in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1.

[Claim 8] The piezo-electricity / electrostriction device characterized by forming the pars intermedia of the longitudinal direction in each moving part of said base in the shape of thin meat in piezo-electricity / electrostriction device given in claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7.

[Claim 9] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by said base consisting of metal plates in piezo-electricity / electrostriction device given in claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 8.

[Claim 10] Piezo-electricity / electrostriction device given in claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, or 9 are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by taking the activity gestalt which pinched the components made into the object of control or inspection in the inner surface side of the other end of said both moving part that constitutes said base.

[Claim 11] It is the approach of manufacturing the base which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device of a publication in claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, or 10. The possible plate of crookedness processing by flexibility is adopted as a formation ingredient of said base. The manufacture approach of the base which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device which cuts this plate on the plate of a configuration with which said base was developed by the plane, considers as a narrow width-like negative, and is characterized by crooking the predetermined part of this negative and said both moving part and said connection section forming said base of one.

[Claim 12] It is the approach of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction device of a publication to claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, or 10. As a formation ingredient of said base By adopting the possible plate of crookedness processing by flexibility, cutting this plate on the plate of a configuration with which said base was developed by the

plane, considering as a narrow width-like negative, and crooking the predetermined part of this negative The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by forming said base of one, and for said both moving part and said connection section sticking piezo-electricity / electrostriction component on one [ at least ] lateral surface of both the moving part that constitutes this base, and forming piezo-electricity / electrostriction device.

[Claim 13] It is the approach of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction device of a publication to claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, or 10. As a formation ingredient of said base The plate which piezo-electricity / electrostriction component has pasted up is adopted as the possible monotonous predetermined part of crookedness processing by flexibility. By cutting this plate in the configuration in which said base was developed by said piezo-electricity / electrostriction component, and one at the plane, considering as a narrow width-like negative, and crooking the predetermined part of this negative The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by said both moving part and said connection section forming the piezo-electricity / electrostriction device with which piezo-electricity / electrostriction component is stuck on one [ said base of one, and / at least ] lateral surface of said both moving part.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of of the base which constitutes piezo-electricity / electrostriction device, and the said piezo-electricity / electrostriction device, and the said piezo-electricity / electrostriction device.

[0002]

[Description of the Prior Art] As one format of piezo-electricity / electrostriction device, there are piezo-electricity / an electrostriction device of the format of coming to provide the piezo-electricity / electrostriction component which it comes to arrange in one [ at least ] lateral surface of said both moving part of the base which has the connection section which connects mutually the moving part and both [ these ] the moving part of the couple which carries out phase opposite, and which is mutually arranged in parallel at an end section side, and this base as indicated by the European Patent (EP 1017116A2) description.

[0003] The piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned have the actuation function of the moving part resulting from displacement actuation of piezo-electricity / electrostriction component, or the detection function in which piezo-electricity / electrostriction component detects the variation rate of moving part inputted from a detected side, and is used for the large application like the following, using these functions effectively.

[0004] That is, the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned are used for the various actuators used for the variation rate of various precision components, such as various sensor components, such as active elements, such as various transducers, various actuators, a frequency-domain functional article (filter), a transformer, an object for a communication link, the trembler for power and a resonator, a radiator, and a discriminator, an ultrasonic sensor, an acceleration sensor, an angular-velocity sensor, an impact sensor, and a mass sensor, an optical instrument and a precision mechanical equipment, etc., or the device of positioning adjustment and include-angle adjustment

[0005] By the way, generally the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned consisted of a base, and at least one piezo-electricity / electrostriction component, and these are mutually pasted up through adhesives. Moreover, the base consisted of a configuration member which connects the configuration member which constitutes the moving part of a couple, and both [ these ] the configuration member, and these configuration members of each other are pasted up through adhesives.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, there are many mark of the member of the configuration member, assembly operation is troublesome [ device ] while the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned have high cost, and since it has pasted up each configuration members through adhesives, variation arises in adhesion of each configuration members, and it has a possibility of affecting a device property.

[0007] Moreover, it is polluted by organic components, such as dust generated at the time of cutting, cutting fluid, adhesives further used in order to hold device original recording at the time of cutting, and a wax, and washing of piezo-electricity / electrostriction device is not easy for the piezo-electricity / electrostriction device cut and formed from the means which cuts device original recording suitably and picks a large number being taken in order to manufacture the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned.

[0008] Moreover, since the ceramics tends to break when it constitutes a base from ceramics, i.e., the baking object of the ceramic grain sheet layered product of two or more sheets, even when it is necessary to adopt the ceramics of hard construction material, such as a zirconia, and the ceramics of a hard ingredient is adopted, it is necessary to select suitable cutting conditions so that neither a deficit nor a crack may occur. Moreover, in order to be hard to process a base from being the ceramics of a hard ingredient and to increase the processing number of processing, it is necessary to

consider using many processing equipments of a different function etc.

[0009] In addition, although it is also possible to constitute a base from a metallic material, a metallic material must add another process which removes these, in order that an end face may oxidize with frictional heat during cutting or weld flash may remain to a processing end face. Moreover, inspection of piezo-electricity / electrostriction component cannot be carried out, if it is not after cutting device original recording.

[0010] Moreover, although it is desirable to adopt ultrasonic cleaning as washing of the device which it comes to start from device original recording so that dirt can remove easily, when a powerful supersonic wave is used in order to mention a cleaning effect in ultrasonic cleaning, a damage may be given to a device, and piezo-electricity / electrostriction component may exfoliate from a base, or may be damaged. For this reason, although it is necessary to select the weak supersonic wave which does not give a damage to a device to adopt ultrasonic cleaning, when adopting such washing conditions, long duration will be required for removing the dirt which adheres at the time of cutting.

[0011] When the raising dust of it is carried out while driving the raising dust from piezo-electricity / electrostriction device, when using piezo-electricity / electrostriction device as an actuator of the magnetic head of a hard disk drive, the dust becomes a floatation slider and the cause of crash of media, and it has a possibility of destroying data. Moreover, there is a possibility of the dust adhering to the electrode of piezo-electricity / electrostriction component, and causing a short circuit also to the piezo-electricity / the electrostriction device itself. For this reason, as opposed to a hard disk drive, whenever [ high defecation ] is required of the device itself.

[0012] Therefore, the object of this invention is by making the base which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned into the integral construction which uses the plate of one sheet as a negative to solve each above-mentioned problem.

[0013]

[Means for Solving the Problem] This invention makes applicable to application the piezo-electricity / electrostriction device of the format of coming to provide the piezo-electricity / electrostriction component arranged in one [ at least ] lateral surface of said both moving part of the base which has the connection section which connects mutually the moving part and both [ these ] the moving part of the couple which carries out phase opposite, and which is mutually arranged in parallel at an end section side, and this base, about piezo-electricity / electrostriction device.

[0014] A deer is carried out, the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention are constituted in [ said base which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device of the above-mentioned format / in the band-like plate of one sheet ] one, and said each moving part is characterized by having extended from each edge of said connection section to the predetermined die-length other end side.

[0015] In the piezo-electricity / the electrostriction disk concerned, said base can be constituted from a metal plate, and the piezo-electricity / the electrostriction device concerned can take the activity gestalt which pinched the components made into the object of control or inspection in the inner surface side of the other end of said both moving part that constitutes said base.

[0016] In the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, said piezo-electricity / electrostriction component can take the configuration located in the end section side of this moving part while being able to take the configuration which is shorter than said moving part and is located in the other end side of this moving part.

[0017] In the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, it can consider as the configuration which presents the shape of an abbreviation KO character which carries out opening of said base to the other end side of said both moving part. In this case, it can consider as the configuration which prepares the plate section in said base at an inner surface [ of said connection section ], or outside surface side. Moreover, in the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, the configuration which presents the letter of the abbreviation for U characters which carries out opening of said base to the other end side of said both moving part, and the configuration which the connection part between each edge of each moving part and the connection section forms in a radii-like hollow can be taken. In the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, the configuration which forms the pars intermedia of the longitudinal direction in each moving part of said base in the shape of thin meat can be taken further again.

[0018] Moreover, this invention is the approach of manufacturing the base which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention. The possible plate of crookedness processing by flexibility is adopted as a formation ingredient of said base. This plate is cut on the plate of a configuration with which said base was developed by the plane, and it considers as a narrow width-like negative, and is characterized by crooking the predetermined part of this negative and said both moving part and said connection section forming said base of one.

[0019] This invention is the approach of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention. Moreover, as a formation ingredient of said base By adopting the possible plate of crookedness processing by

flexibility, cutting this plate on the plate of a configuration with which said base was developed by the plane, considering as a narrow width-like negative, and crooking the predetermined part of this negative. It is characterized by forming said base of one, and for said both moving part and said connection section sticking piezo-electricity / electrostriction component on one [ at least ] lateral surface of both the moving part that constitutes this base, and forming piezo-electricity / electrostriction device. Other manufacture approaches of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention further again. As a formation ingredient of said base, the possible plate of crookedness processing by flexibility which it is monotonous and piezo-electricity / electrostriction component has pasted up on the predetermined part is adopted. By cutting this plate in the configuration in which said base was developed by said piezo-electricity / electrostriction component, and one at the plane, considering as a narrow width-like negative, and crooking the predetermined part of this negative. Said both moving part and said connection section are characterized by forming the piezo-electricity / electrostriction device with which piezo-electricity / electrostriction component is stuck on one [ said base of one, and / at least ] lateral surface of said both moving part.

[0020]

[Function and Effect of the Invention] In the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention. The base which constitutes piezo-electricity / electrostriction device is the thing of the integral construction which consisted of band-like plates of one sheet. Since the base consists of one configuration member in principle, a configuration member can reduce the number of erectors of a configuration member, and can mitigate cost substantially while it becomes a base and two kinds such as piezo-electricity / electrostriction component and can reduce substantially the configuration member of piezo-electricity / electrostriction device.

[0021] Moreover, in the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, since there are very few mark of the member of a configuration member and there are also in jointing of each configuration members, the variation in adhesion of each configuration members has a nil or device property with a high precision which is not almost and was set up. [ very few ]

[0022] Thus, although effective piezo-electricity / electrostriction device can be manufactured easily and cheaply by each above-mentioned manufacture approach concerning this invention. Especially about the base which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention. Adopt the possible plate of crookedness processing by flexibility as the formation ingredient, and said base cuts this plate in the configuration developed by the plane, and uses it as a narrow width-like negative. By taking the manufacture approach that the predetermined part of this negative is crooked and both moving part and said connection section form the base of one, it can manufacture easily and cheaply.

[0023]

[Embodiment of the Invention] The base which has the connection section which connects mutually the moving part and both [ these ] the moving part of the couple in which this invention carries out phase opposite, and which is mutually arranged in parallel at an end section side, It is the piezo-electricity / electrostriction device which comes to provide the piezo-electricity / electrostriction component arranged in one [ in this base / at least ] lateral surface of both moving part, and with the band-like plate of one sheet, it is crooked the shape of a KO character, and in the shape of U character in one, and the base is formed. Drawing 1 shows typically many operation gestalten (operation gestalt [ of \*\* a 1st ] - 8th operation gestalt) of the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention.

[0024] the 1- shown in (a) - (f) of drawing 1 -- each 6th operation gestalt. The 7th operation gestalt which bases are the piezo-electricity / electrostriction device which presents the shape of a KO character, and is shown in (g) of this drawing. It is the piezo-electricity / electrostriction device with which a base presents the shape of U character, and the 8th operation gestalt shown in (h) of this drawing is the piezo-electricity / electrostriction device with which the base is presenting the shape of a KO character, and the connection part between each edge of each moving part and the connection section is formed in the radii-like hollow.

[0025] The 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a which is the 1st operation gestalt, and the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b which is the 2nd operation gestalt have the fundamental configuration of the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, and the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a is formed by the approach shown in drawing 2 and drawing 3, and the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b is formed by the approach shown in drawing 4.

[0026] The 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a consists of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of a base 11 and a couple, as shown in drawing 3 (c). A base 11. With the narrow width, it is crooked in the shape of a KO character, the long negative is formed, and it consists of connection section 11c which connects mutually the moving part 11a and 11b and both the moving part 11a and 11b of a left Uichi pair in an end section side. In the base 11 concerned, it has pasted up through the adhesives with which each piezo-electricity / electrostriction components 12a



and 12b become the lateral surface of each moving part 11a and 11b from an epoxy resin etc.

[0027] It is the multilayer object which consists of piezo-electricity / an electrostriction layer, and an electrode layer, and each moving part 11a and 11b is the same configurations, it is short formed in predetermined length, connection section 11c was approached and pasted in the end section side in each moving part 11a and 11b, and each piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b are prolonged in predetermined length to the other end side of each moving part 11a and 11b.

[0028] In the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, the magnetic head for hard disks (slider) which is the control-section-ed article which is not illustrated, for example is used for it between both moving-part 11a and 11b, arranging in connection section 11c of a base 11 the actuator which is not illustrated, and being arranged.

[0029] A deer is carried out, negative 11A shown in drawing 3 (b) is adopted as a negative for constituting the base 11 which constitutes the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, and this negative 11A is formed by the approach shown in drawing 2 (a), (b), and drawing 3 (a). Negative 11A shown in drawing 3 (b) is formed in the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a shown in drawing 3 (c) by performing crookedness processing in accordance with the two-dot chain line shown in this drawing.

[0030] Although the configuration member of negative 11A is the plate 11A1 shown in drawing 2 (a) and (b) fundamentally, the piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B of the long picture of two sheets used as each piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b have pasted up. The plate 11A1 which both piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B have pasted up is cut by many parts along with the dashed line shown in drawing 3 (a), and a line parallel to this, and, thereby, much negative 11A shown in this drawing (b) is formed. In accordance with the two-dot chain line shown in this drawing (b), crookedness processing is performed to negative 11A, and the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a shown in this drawing (c) are formed.

[0031] A plate 11A1 is flexibility and it is desirable that Young's modulus is the metal plate of 100 or more GPas. As an iron system ingredient applicable to this, steel, such as martensitic stainless steel of the ferritic stainless steel of the austenitic stainless steel of SUS301, SUS304, AISI653, and SUH660 grade, SUS430, and SUS434 grade, SUS410, and SUS630 grade, SUS6312, semi austenitic stainless steel of AISI632 grade, ERUMAJINGUSU ten loess steel, and various spring steel, can be mentioned. Moreover, as a non-iron system ingredient, superelastic titanium alloys, such as a titanium-nickel alloy, brass, cupronickel, aluminum, a tungsten, molybdenum, beryllium copper, phosphor bronze, nickel, a ferronickel alloy, titanium, etc. can be mentioned.

[0032] In addition, in case a base is constituted from a metallic material, it is desirable that the part corresponding to moving part of a base adopts at least the metal plate by which cold rolling processing is carried out.

[0033] Although a deer is carried out and the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a functions as the piezo-electricity / electrostriction device of this conventional seed format similarly, since a base 11 is the thing of the integral construction which uses negative 11A as a configuration member, the operation effectiveness like the following is done so.

[0034] That is, the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a uses as a configuration member the base 11 of the integral construction which consists only of negative 11A, and a configuration member can reduce the number of erectors of a configuration member substantially, and can mitigate cost substantially while it becomes a base 11 and two kinds such as piezo-electricity / electrostriction component (12a, 12b) and can reduce substantially the configuration member of piezo-electricity / electrostriction device 10a.

[0035] Moreover, in the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, since there are very few mark of a configuration member and there are also in jointing of each configuration members, the variation in adhesion of each configuration members has a nil or device property with a high precision which is not almost and was set up. [ very few ]

[0036] Moreover, it sets to the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a. Into the formation ingredient (plate 11A1) of negative 11A which is the configuration member of a base 11 Since the configuration which forms negative 11A by pasting up beforehand piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B, and cutting a plate 11A1 to piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B, and one is adopted, While the activity which pastes up piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b on each moving part 11a and 11b which is very thin and small parts can be canceled and assembly is easy at the time of the assembly of piezo-electricity / electrostriction device The adhesion precision to each moving part 11a and 11b of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b can be raised further.

[0037] The 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b which is the 2nd operation gestalt shown in drawing 1 (b) have other fundamental configurations of the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, and is



formed by the approach shown in drawing 4 .

[0038] As the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b is shown in drawing 4 (c), it consists of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of a base 13 and a couple, and although it is the same as that of the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, at this point, only the arrangement location of each piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b is different [ as for the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a ]. In the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b, the other end side in each moving part 13a and 13b was pasted, and each piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b are prolonged in predetermined length to the end section, i.e., connection section 13c of base 13, side of each moving part 11a and 11b.

[0039] A deer is carried out, negative 13A shown in drawing 4 (b) is adopted as a negative for constituting the base 13 which constitutes the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b, and this negative 13A is formed by cutting the plate 13A1 shown in this drawing (a) along with a dashed line. Piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B have pasted the edge section before and behind that, even if a plate 13A1 meets the cutting plane line of a large number parallel not only to two dashed lines but these dashed lines which are not illustrated, it is cut by the plate 13A1, and much negative 13A is started.

[0040] Crookedness processing is carried out in accordance with the two-dot chain line shown in drawing 4 (b), and negative 13A is formed in the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b shown in this drawing (c). The 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b is the points that both piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b are located in the other end side of both the moving part 13a and 13b, and although the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a differs in a configuration, it is the same configuration in respect of others. Therefore, the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b does the same operation effectiveness so while having the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, and a similar function.

[0041] The 3rd and 4th piezo-electricity / electrostriction devices 10c and 10d which are the 3rd operation gestalt and the 4th operation gestalt which are shown in drawing 1 (c) and (d) Considering the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a as a basic configuration, the 5th and 6th piezo-electricity / electrostriction devices 10e and 10f which are the 5th operation gestalt and the 6th operation gestalt which are shown in this drawing (e) and (f) consider the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b as a basic configuration.

[0042] As the 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c shown in drawing 1 (c) are shown in drawing 5 (c), it consists of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of a base 14 and a couple, and at this point, although it is the same as that of the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, it is the point that 14d of plate sections is prepared in connection section 14c which constitutes a base 14, and the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a is different. 14d of plate sections is located in the inner surface side of connection section 14c within between both moving-part 14a and 14b. They function that the adhesion area to the actuator in the case of using connection section 14c as supporters, such as an actuator, etc. should be expanded while 14d of plate sections functions that connection section 14c should be reinforced.

[0043] A deer is carried out, negative 14A shown in drawing 5 (b) is adopted as a negative for constituting the base 14 of the 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c, and this negative 14A is formed by cutting the plate 14A1 shown in this drawing (a) along with a dashed line. While piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B have pasted two places of the pars intermedia before and behind the front face, plate-like member 14D which forms 14d of plate sections in the center section before and behind the rear face has pasted the plate 14A1. A plate 14A1 is cut along with the cutting plane line which is arranged in parallel in the dashed line and these which show in this drawing (a) and which is not illustrated, and much negative 14A is started.

[0044] Crookedness processing is carried out in accordance with the two-dot chain line shown in drawing 5 (b), and negative 14A is formed in the 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c shown in this drawing (c). The 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c is points equipped with 14d of plate sections, and although the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a differs in a configuration, it is the same configuration in respect of others. Therefore, although the 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c does the same operation effectiveness so while having the same function as the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, it originates in 14d of plate sections, and has the function reinforced to connection section 14c, and the function to expand adhesion area.

[0045] The 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d shown in drawing 1 (d), as shown in drawing 6 (c), it consists of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of a base 15 and a couple, and although it is the same as that of the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a in this point, it is the point that 15d of plate sections is prepared in connection section 15c which constitutes a base 15, and the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a is different. 15d of plate sections is located in the outside surface side of connection section 15c it is an opposite hand between [ whose ] both moving-part 15a and 15b. 15d of plate sections functions that the adhesion area to the

actuator in the case of using connection section 15c as supporters, such as an actuator, etc. should be expanded.

[0046] A deer is carried out, negative 15A shown in drawing 6 (b) is adopted as a negative for constituting a base (the 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d) 15, and this negative 15A is formed by cutting the plate 15A1 shown in this drawing (a) along with a dashed line. While piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B have pasted two places of the pars intermedia before and behind the front face, plate-like member 15D which forms 15d of plate sections in the center section before and behind the front face has pasted the plate 15A1. A plate 15A1 is cut along with the cutting plane line which is arranged in parallel in the dashed line and these which show in this drawing (a) and which is not illustrated, and much negative 15A is started.

[0047] Crookedness processing is carried out in accordance with the two-dot chain line shown in drawing 6 (b), and negative 15A is formed in the 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d shown in this drawing (c). The 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d is points equipped with 15d of plate sections, and although the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a differs in a configuration, it is the same configuration in respect of others. Therefore, the 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d, although the same operation effectiveness is done so while having the same function as the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, it originates in 15d of plate sections, and the function to expand adhesion area to connection section 15c is demonstrated.

[0048] The 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e shown in drawing 1 (e) Although it consists of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of a base 16 and a couple and is the same as that of the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b in this point as the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b shown in this drawing (b) are considered as a basic configuration and it is shown in drawing 7 (c) In that 16d of plate sections is prepared in connection section 16c which constitutes a base 16, it is different from the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b. 16d of plate sections is located in the outside surface side of connection section 16c of an opposite hand with between both moving-part 16a and 16b. 16d of plate sections functions that the adhesion area to the actuator in the case of using connection section 16c as supporters, such as an actuator, etc. should be expanded.

[0049] A deer is carried out, negative 16A shown in drawing 7 (b) is adopted as a negative for constituting the base 16 of the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e, and this negative 16A is formed by cutting the plate 16A1 shown in this drawing (a) along with a dashed line. While piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B have pasted two places of the edge before and behind the front face, plate-like member 16D which forms 16d of plate sections in the center section before and behind the front face has pasted the plate 16A1. A plate 16A1 is cut along with the cutting plane line which is arranged in parallel in the dashed line and these which show in this drawing (a) and which is not illustrated, and much negative 16A is started.

[0050] Crookedness processing is carried out in accordance with the two-dot chain line shown in drawing 7 (b), and negative 16A is formed in the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e shown in this drawing (c). The 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e is the points that 16d of plate sections is formed, and although the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b differs in a configuration, it is the same configuration in respect of others. Therefore, although the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e does the same operation effectiveness so while having the same function as the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b, it originates in 16d of plate sections, and demonstrates the function to expand adhesion area to connection section 16c.

[0051] The 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f shown in drawing 1 (f) It is what considers the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b shown in this drawing (b) as a basic configuration. As shown in drawing 8 (c), in the point that 17d of plate sections is prepared in connection section 17c which consists of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of a base 17 and a couple, and constitutes a base 17, it is the same configuration as the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e. However, the 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f, the pars intermedia of the longitudinal direction of both the moving part 17a and 17b is formed in a thin-walled part 17a1 and 17b1 covering predetermined die length, and is different from the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e in this point. The thin-walled part 17a1 of both the moving part 17a and 17b and 17b1 function so that they may raise the amount of displacement of both the moving part 17a and 17b.

[0052] A deer is carried out, negative 17A shown in drawing 8 (b) is adopted as a negative for constituting a base (the 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f) 17, and this negative 17A is formed by cutting the plate 17A1 shown in this drawing (a) along with a dashed line. While piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B have pasted two places of the edge before and behind the front face, plate-like member 17D which forms 17d of plate sections in the center section before and behind the front face has pasted the plate 17A1.

[0053] Moreover, in the plate 17A1, two parts of the pars intermedia in the cross direction are formed in a thin-walled part 17a1 and 17b1 covering predetermined die length. A plate 17A1 is cut along with the cutting plane line which is arranged in parallel in the dashed line and these which show in this drawing (a) and which is not illustrated, and much

negative 17A is started.

[0054] Crookedness processing is carried out in accordance with the two-dot chain line shown in drawing 8 (b), and negative 17A is formed in the 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f shown in this drawing (c). In the point that each moving part 17a and 17b has a thin-walled part 17a1 and 17b2 the 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f, although the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e differs in a configuration, it is the same configuration in other points. Therefore, the 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f, although the same operation effectiveness is done so while having the same function as the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e, it originates in a thin-walled part 17a1 and 17b1, and the function which increases the amount of displacement of each moving part 17a and 17b is demonstrated.

[0055] In addition, a plate 17A1 and the plate pierced and processed while being able to adopt and form means, such as etching, laser beam machining, an electron discharge method, ion milling, sandblasting, and drilling, about the thin-walled part 17a1 of each moving part 17a and 17b in a base 17 and 17b1 can be prepared for an excess, and it can form by making this rival to the part to which a substrate corresponds.

[0056] The 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, and the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b the 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g, and whose 8th piezo-electricity / electrostriction device 10h that is the 7th and 8th operation gestalt shown in drawing 1 (g) and (h) are the 1st and 2nd operation gestalt differs in a format.

[0057] Consisting of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of a base 18 and a couple, as shown in drawing 9 (c) the 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g which is the 7th operation gestalt, in the point that connection section 18c which constitutes a base 18 is presenting the shape of radii, the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b is different. Radii-like connection section 18c functions so that it may aim at buildup of the amount of displacement of both the moving part 18a and 18b, and smooth displacement actuation.

[0058] A deer is carried out, negative 18A shown in drawing 9 (b) is adopted as a negative for constituting a base (the 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g) 18, and this negative 18A is formed by cutting the plate 18A1 shown in this drawing (a) along with a dashed line. Piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B have pasted two places of the edge before and behind the front face, a plate 18A1 is cut by the plate 18A1 along with the cutting plane line which is arranged in parallel in the dashed line and these which show in this drawing (a) and which is not illustrated, and much negative 18A is started.

[0059] Crookedness processing is carried out in accordance with the two-dot chain line shown in drawing 9 (b), and negative 18A is formed in the 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g shown in this drawing (c). In the point that connection section 18c which connects both the moving part 18a and 18b the 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g is presenting the shape of radii, although the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b differs in a configuration, it is the same configuration in other points. Therefore, the 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g, while having the same function as the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b, the same operation effectiveness is done so, but it originates in radii-like connection section 18c, and it functions in order to aim at buildup of the amount of displacement of both the moving part 18a and 18b, and smooth displacement actuation.

[0060] The 8th piezo-electricity / electrostriction device 10h shown in drawing 1 (h) As shown in drawing 10 (c), it consists of piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of a base 19 and a couple. In the connection part 19c1 which connects each moving part 19a and 19b and connection section 19c which constitute a base 19, and the point that 19c2 is formed in the radii-like hollow, the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b is different. The connection part 19c1 of a circular hollow and 19c2 function so that they may aim at buildup of the amount of displacement of both the moving part 19a and 19b, and smooth displacement actuation.

[0061] A deer is carried out, negative 19A shown in drawing 10 (b) is adopted as a negative for constituting a base (the 8th piezo-electricity / electrostriction device 10h) 19, and this negative 19A is formed by cutting the plate 19A1 shown in this drawing (a) along with a dashed line. As for the plate 19A1, two parts of the pars intermedia before and behind that are formed in the shape of a wave. These wave-like parts 19c3 and 19c4 form the connection part 19c1 and 19c2, when it corresponds to the connection part 19c1 and 19c2 and crookedness processing of the negative 19A is carried out. Piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B have pasted the plate 19A1 at two places of the edge before and behind the front face. A plate 19A1 is cut along with the cutting plane line which is arranged in parallel in the dashed line and these which show in this drawing (a) and which is not illustrated, and much negative 19A is started.

[0062] Crookedness processing is carried out in accordance with the two-dot chain line shown in drawing 10 (b), and negative 19A is formed in the 8th piezo-electricity / electrostriction device 10h shown in this drawing (c). In the connection part 19c1 which connects both the moving part 19a and 19b with connection section 19c the 8th piezo-electricity / electrostriction device 10h, and the point that 19c2 is formed in the radii-like hollow, although the 2nd

piezo-electricity / electrostriction device 10b differs in a configuration, it is the same configuration in other points. Therefore, the 8th piezo-electricity / electrostriction device 10h, while having the same function as the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b, the same operation effectiveness is done so, but it originates in the connection part 19c1 and 19c2, and it functions in order to aim at buildup of the amount of displacement of both the moving part 19a and 19b, and smooth displacement actuation.

[0063] In an approach to manufacture each the above piezo-electricity / electrostriction device, means, such as laser beam machining, such as machining of dicing processing, wire-saw processing, etc., and an YAG laser, excimer laser, and electron beam machining, are employable as a means to cut the plate 11A1 to 19A1 which stuck piezo-electricity / electrostriction component negative.

[0064] The piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b which constitute the piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10h concerning each above-mentioned operation gestalt are equipped with the electrode of the couple for impressing electric field to piezo-electricity / electrostriction layer, and this, and are piezo-electricity / electrostriction components, such as a uni-morph mold and a bimorph mold. Also among these piezo-electricity / electrostriction components, the piezo-electricity / electrostriction component of a uni-morph mold are excellent in the stability of the variation rate to derive, and since it is advantageous to lightweight-izing, it is suitable as a component part of piezo-electricity / electrostriction device.

[0065] The piezo-electricity / electrostriction components 21-24 of several examples which are adopted suitably are shown in drawing 11 and drawing 12 as the piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b which constitute piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10h.

[0066] The piezo-electricity / electrostriction component 21 shown in drawing 11 (a) are the things of the monolayer structure where there are one piezo-electricity / electrostriction layer, and consists of piezo-electricity / electrostriction layer 21a, the 1st and 2nd electrode 21b and 21c of a couple, and terminals 21d and 21e of a couple. The piezo-electricity / electrostriction component 22 shown in this drawing (b) are the things of the two-layer structure where piezo-electricity / electrostriction layer is two-layer. It consists of 2nd electrode 22c which surrounds 1st electrode 22b which intervenes between piezo-electricity / electrostriction layer 22a (22a1, 22a2), the both piezo-electricity / electrostriction layer 22a1, and 22a2, the both piezo-electricity / electrostriction layer 22a1, and the lateral surface of 22a2, and terminals 22d and 22e of a couple.

[0067] Moreover, the piezo-electricity / electrostriction components 23 and 24 which are shown in drawing 12 are the things of four layer systems four piezo-electricity / electrostriction layers are [ layer systems ]. The piezo-electricity / electrostriction component 23 shown in this drawing (a) consist of piezo-electricity / electrostriction layer 23a (23a1 to 23a4), the 1st and 2nd electrode 23b and 23c that intervenes between both these piezo-electricity / electrostriction layers, and is surrounded, and terminals 23d and 23e of a couple.

[0068] Moreover, it consists of the 1st and 2nd electrode 24b and 24c which piezo-electricity / electrostriction component 23 differs in the arrangement part of a terminal, and the piezo-electricity / electrostriction component 24 shown in this drawing (b) intervene between piezo-electricity / electrostriction layer 24a (24a1 to 24a2), and these both piezo-electricity / electrostriction layers, and is surrounded, and terminals 24d and 24e of a couple.

[0069] Each these piezo-electricity / electrostriction components 21-24 are suitably adopted according to the application of piezo-electricity / electrostriction device as the piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of each piezo-electricity / electrostriction device.

[0070] Although electrostrictive ceramics is used for the piezo-electricity / electrostriction layers 21a-24a which constitute each piezo-electricity / electrostriction components 21-24, it is also possible to use the electrostriction ceramics, strong dielectric ceramics, the antiferroelectric ceramics, etc. However, when using piezo-electricity / electrostriction device for the positioning means of the magnetic head of a hard disk drive etc., since linearity with the amount of displacement, driver voltage, or output voltage in the mounting section of the magnetic head is important, it is desirable to use the small ingredient of distortion hysteresis. It is desirable that a coercive electric field uses an ingredient 10kV [ /mm ] or less.

[0071] Specifically as an ingredient for forming piezo-electricity / electrostriction layers 21a-24a, independence, such as lead zirconate, lead titanate, magnesium niobic acid lead, zinc niobic acid lead, manganese niobic acid lead, antimony stannic-acid lead, manganese tungstic-acid lead, cobalt niobic acid lead, barium titanate, a titanic-acid sodium bismuth, niobic acid potassium sodium, and a tantalic acid strontium bismuth, or such proper mixture can be mentioned. The ingredient which uses lead zirconate, lead titanate, and magnesium niobic acid lead as a principal component especially, or the ingredient which uses a titanic-acid sodium bismuth as a principal component is suitable.

[0072] A proper ingredient can be added into the ingredient for forming piezo-electricity / electrostriction layers 21a-24a, and the property of piezo-electricity / electrostriction layer can be adjusted to it. As add-in material, the

independence of oxides, such as a lanthanum, calcium, strontium, molybdenum, a tungsten, barium, niobium, zinc, nickel, manganese, caesium, cadmium, chromium, cobalt, antimony, iron, an yttrium, a tantalum, a lithium, a bismuth, and tin, or the ingredient which serves as an oxide eventually, or such proper mixture can be mentioned.

[0073] For example, there is an advantage which can adjust a coercive electric field and a piezo-electric property by making the lead zirconate which is a principal component, lead titanate, magnesium niobic acid lead, etc. contain a lanthanum and strontium. In addition, addition of ingredients which are easy to vitrify, such as a silica, should be avoided. It is because ingredients which are easy to vitrify, such as a silica, tend to react with piezo-electricity / electrostriction layer at the time of heat treatment of piezo-electricity / electrostriction layer, the presentation is changed and a piezo-electric property is degraded.

[0074] The electrodes 21b, 21c-24b which constitute each piezo-electricity / electrostriction components 21-24, and 24c are solid-states at a room temperature, and it is desirable to be formed with the metallic material excellent in conductivity. As a metallic material, the simple substance of metals, such as aluminum, titanium, chromium, iron, cobalt, nickel, copper, zinc, niobium, molybdenum, a ruthenium, palladium, a rhodium, silver, tin, a tantalum, a tungsten, iridium, platinum, gold, and lead, or the alloy of these metals can be mentioned. Moreover, the cermet ingredient which makes these metallic materials come to distribute the ceramics of the same ingredient as piezo-electricity / electrostriction layer or a different ingredient can also be used.

[0075] Each piezo-electricity / electrostriction components 21-24 are in piezo-electricity / electrostriction layers 21a-24a, each electrodes 21b, 21c-24b, and the condition that carried out the laminating of the 24c mutually, and it is desirable to form by calcinating in one. In this case, it is desirable to adopt as an electrode what consists of refractory metal ingredients, such as platinum, palladium, or these alloys, and the electrode which consists of a cermet ingredient which is the mixture of a refractory metal ingredient, and the formation ingredient of piezo-electricity / electrostriction layer and other ceramic ingredients. As for the thickness of an electrode, it is desirable to have the shape of a thin thin film as much as possible from becoming the factor which affects the variation rate of piezo-electricity / electrostriction component. For this reason, in order for the electrode which is calcinated by piezo-electricity / electrostriction layer, and one, and is formed in them to serve as the shape of a thin thin film as much as possible, as for the ingredient which forms an electrode, it is desirable to use it with the gestalt of a metal paste, for example, a golden resinate paste, a platinum resinate paste, a silver resinate paste, etc.

[0076] The thickness of each piezo-electricity / electrostriction components 21-24 has the desirable range of 40 micrometers - 180 micrometers, when using it as the piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b of the piezo-electricity / electrostriction device of each operation gestalt. The miniaturization of a device becomes difficult when it is easy to damage during handling when thickness is less than 40 micrometers, and thickness exceeds 180 micrometers. Moreover, like piezo-electricity / electrostriction components 23 and 24, by considering as multilayer structure, piezo-electricity / electrostriction component makes the output increase, and can aim at amplification of the variation rate of a device. Moreover, since the rigidity of a device improves by making piezo-electricity / electrostriction component into multilayer structure, the resonance frequency of a device becomes high and there is an advantage which can accelerate displacement actuation of a device.

[0077] Each piezo-electricity / electrostriction components 21-24 are created with the means which cuts down many negatives of the large area which carries out the laminating of piezo-electricity / electrostriction layer, and the electrode by printing or tape forming, and comes to calcinate them in a predetermined dimension by the dicer, the slicer, a wire saw, etc. Since it is thin and the degree of hardness is low as compared with a well-known ceramic base, piezo-electricity / electrostriction components 21-24 can set up the cutting speed of a negative quickly, and can carry out processing at a large quantity at high speed.

[0078] Each piezo-electricity / electrostriction components 21-24 are simple platy structures, and are easy handling, and there is little coating weight of dirt, and they tend to remove dirt. However, since piezo-electricity / electrostriction components 21-24 make a ceramic ingredient a subject, they need to set up suitable washing conditions in ultrasonic cleaning. In the piezo-electricity / electrostriction component started from the negative, after carrying out precision washing by US washing, it is desirable among atmospheric air to remove thoroughly the moisture which has entered into the detailed pore of a ceramic ingredient, and the organic substance by heat-treating at 100 degrees C - 1000 degrees C.

[0079] If manufacture of each the above piezo-electricity / electrostriction components 21-24 is synthesized, the thin film forming methods, such as the thick-film forming methods, such as screen printing, a dipping method, the applying method, and an electrophoresis method, and the ion beam method, the sputtering method, vacuum evaporation technique, the ion plating method, a chemical-vapor-deposition method (CVD), the galvanizing method, are employable as manufacture of piezo-electricity / electrostriction component. In order to adopt these manufacture approaches and to



form piezo-electricity / electrostriction component, piezo-electricity / electrostriction component can be directly formed on the plate which is a negative of a base or a base, and it forms on a proper support substrate, this is removed, and you may make it stick on a base or a plate.

[0080] As the piezo-electricity / electrostriction components 12a and 12b which constitute the piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10h concerning each operation gestalt When adopting each piezo-electricity / electrostriction components 21-24, as an adhesion means against the base of each piezo-electricity / electrostriction components 21-24 It is desirable to use the adhesives of inorganic systems, such as resin system adhesives, such as an epoxy resin, UV resin, and hot melt adhesive, and glass, cement, solder, low material, and it can also use what mixed metal powder and ceramic powder in resin system adhesives. As for the degree of hardness of adhesives, 80 or more are desirable at Shore D.

[0081] Moreover, as other modes which adopt each piezo-electricity / electrostriction components 21-24, as shown by the piezo-electricity / electrostriction devices [ 10a-10h ] manufacture approach, piezo-electricity / electrostriction component negatives 12A and 12B, and same same piezo-electricity / electrostriction component negative are pasted up on the plate which is a former plate of a base, this plate can be cut to proper width of face, and the mode started to the negative of a base and one can also be taken. Thereby, the piezo-electricity / electrostriction components 21-24 of the configuration shown in drawing 11 or drawing 12 are formed on the negative of a base at one.

[0082] In addition, in the part of the front face which the piezo-electricity / electrostriction component in a base paste up, it is desirable to perform split-face processing of blasting, etching, plating, etc. beforehand. By making surface roughness like jointing into about  $Ra=0.1$ micrometer-5micrometer, adhesion area can be increased and bond strength can be raised. In this case, the one where the front face like jointing by the side of piezo-electricity / electrostriction component is also coarser is desirable. It is made not to arrange an electrode on the front face of the piezo-electricity / electrostriction layer of the lowest layer to flow through an electrode with a base.

[0083] In using solder and low material, in order to improve wettability as adhesives, it is desirable to arrange the electrode layer of a metallic material on the front face of piezo-electricity / electrostriction component. As for the thickness of adhesives, it is desirable that it is the range of 1 micrometer - 50 micrometers. Although the thinner one of the thickness of adhesives is desirable in respect of the point of reducing the variation rate of a device, and dispersion of the resonance characteristic, and space-saving-izing, in order to secure properties, such as bond strength, a variation rate, and resonance, the optimal thickness is set up for every adhesives to adopt.

[0084] Selection in the case of adopting each piezo-electricity / electrostriction components 21-24 as the piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10h concerning each operation gestalt is performed based on a piezo-electricity / electrostriction devices [ 10a-10h ] application. With piezo-electricity / electrostriction component with few number of layerses of piezo-electricity / electrostriction layer, although power consumption is small, its driving force is also small, and conversely, although power consumption is large conversely, its driving force is also large with piezo-electricity / electrostriction component with many number of layerses of piezo-electricity / electrostriction layer. In consideration of these things, the piezo-electricity / electrostriction component suitable for the application of piezo-electricity / electrostriction device are chosen. Generally, the thing of two or more layers has desirable piezo-electricity / electrostriction layer, and the piezo-electricity / electrostriction component of the range of three layers - ten layers can adopt [ piezo-electricity / electrostriction layer ] piezo-electricity / electrostriction component suitably. As for a location gap of the electrode in piezo-electricity / electrostriction component, it is desirable that it is 50 micrometers or less.

[0085]

[Example] Explain configuration [ of piezo-electricity / mentioning as the example of the representation of piezo-electricity / creating piezo-electricity / belonging under the category of the 2 piezo-electricity / that it is the operation gestalt of \*\* two / starting this invention / that this example shows to drawing 1 (b) // electrostriction device 10 b // an electrostriction device, and starting this invention in the piezo-electricity concerned / an electrostriction device // an electrostriction device basing the piezo-electricity concerned / an electrostriction device, and starting this invention // an electrostriction device ], actuation, and operation effectiveness to a detail. The piezo-electricity / the electrostriction device concerned are superficially shown in drawing 13 .

[0086] In piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned, it becomes a base 31 from the piezo-electricity / electrostriction component 32 of a couple, and the piezo-electricity / electrostriction component 24 shown in drawing 12 (b) are adopted as each piezo-electricity / electrostriction component 32. Therefore, it is used in the explanation in the following of each configuration member of piezo-electricity / electrostriction component 32, changing each sign of the base of No. 24 of each configuration member of piezo-electricity / electrostriction component 24 into each sign of the base of No. 32.

[0087] The base 31 which constitutes piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned presents the shape of a

KO character which consists of connection section 31c which has connected mutually the moving part 31a and 31b and both the moving part 31a and 31b of the couple which carries out phase opposite, and which is mutually arranged in parallel in those end sections, and both the moving part 31a and 31b and connection section 31c are formed in one with the band-like plate. Opening of the base 31 is carried out to the other end side of both the moving part 31a and 31b, and it is formed in the mounting part 31a1 for the medial surface by the side of the other end of both the moving part 31a and 31b to attach the components H, such as the magnetic head, and 31b1.

[0088] Each piezo-electricity / electrostriction component 32 were stuck on the lateral surface of the other end in each moving part 31a and 31b, and is prolonged from the other end of each moving part 31a and 31b in predetermined length to the end section side. Moreover, Components H have fixed each edge through adhesives 31a2 and 31b2 to the mounting part 31a1 in each moving part 31a and 31b, and 31b1.

[0089] The dimension like each part of about each part of the base 31 which constitutes piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned, and the piezo-electricity / electrostriction component 32 is set as the optimal dimension relation in consideration of the support reinforcement to components DO H of both the moving part 31a and 31b, the amount of displacement which both the moving part 31a and 31b gives to Components H.

[0090] In piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned, the base 31 is formed by SUS304 of 40 micrometers of board thickness, for example. Moreover, it is the four-layer structure which the piezo-electricity / electrostriction component 24 shown in drawing 12 (b) are being used for piezo-electricity / electrostriction component 32, and used PZT, and the thickness of each class of piezo-electricity / electrostriction layer 32a is 15 micrometers and the thin film with which 3-micrometer platinum and each terminals 32d and 32e consist of a golden paste in each electrodes 32b and 32c. Each piezo-electricity / electrostriction component 32 are pasted up on the lateral surface of each moving part 31a and 31b with the heat-curing epoxy resin adhesive of 1 liquid.

[0091] In the piezo-electricity / the electrostriction device 30 of this configuration concerned, when each mounting section 31a1 in each moving part 31a and 31b at the time of making piezo-electricity / electrostriction component 32 drive by the 1kHz sine wave of driver voltage 20\*\*20V and the variation rate of 31b1 were measured, it was \*\*1.5 micrometers. Moreover, it was 45kHz when the resonance frequency which carries out the sweep of the frequency as sinusoidal-voltage\*\*0.5V, and shows the maximum of a variation rate was measured.

[0092] Next, for explaining based on the piezo-electricity / electrostriction device 30 which described above actuation of the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, the condition of not operating [ of the piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned ] is shown in drawing 13 , and the operating state of the piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned is shown at drawing 14 .

[0093] In piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned, it is in the condition which shows in drawing 13 at the time of un-operating [ the electrical potential difference is not impressed to each piezo-electricity / electrostriction component 32 to operate ], and the major axis m of piezo-electricity / electrostriction device 30, and each mounting part 31a1 and the medial axis n between 31b1 are mostly in agreement. As it is in this condition, for example, is shown in the wave form chart of drawing 15 (a), the sine wave Wb which has the predetermined bias potential Vb is applied to the electrodes 32b and 32c of the couple in one piezo-electricity / electrostriction component 32, and as shown in this drawing (b), the sine wave Wa from which a phase differs about about 180 degrees is applied to the electrodes 32b and 32c of the couple in the piezo-electricity / electrostriction component 32 of another side in said sine wave Wb.

[0094] Thereby, as opposed to the electrodes 32b and 32c of the couple in one piezo-electricity / electrostriction component 32, the piezo-electricity / electrostriction layer 32a in one piezo-electricity / electrostriction component 32 carry out contraction displacement in the direction of a principal plane in the phase where the electrical potential difference of maximum was impressed. For this reason, in piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned, since the stress which makes it bend rightward [ graphic display ] (the direction of arrow-head A) to one moving-part 31a of a base 31 occurs as shown, for example in drawing 14 , moving-part 31a bends in this direction.

[0095] In this case, since the electrodes 32b and 32c of the couple in the piezo-electricity / electrostriction component 32 of another side are in the condition that an electrical potential difference is not impressed, moving-part 31b of another side of a base 31 follows bending of one moving-part 31a, and bends in moving-part 31a and this direction. Consequently, both the moving part 31a and 31b displaces rightward [ graphic display ] to the major axis m of piezo-electricity / electrostriction device 30. The amount of displacement of this variation rate changes according to the maximum of applied voltage to each piezo-electricity / electrostriction component 32. The amount of displacement becomes large, so that the maximum of an electrical potential difference becomes large.

[0096] When the piezo-electricity / electrostriction ingredient which has a high coercive electric field as a component of the piezo-electricity / electrostriction layer 32a which constitutes piezo-electricity / electrostriction component 32 especially are adopted, you may make it adjust said bias potential so that the level of the minimum value may turn into



negative level slightly as shown in the wave of the two-dot chain line of (a) of drawing 15, and (b). In this case, the stress of the bending direction of one moving-part 31a and this direction occurs in moving-part 31b of another side of a base 31, and actuation of the piezo-electricity / electrostriction component 32 to which the bias potential of negative level is impressed, for example, the piezo-electricity / electrostriction component of another side, enables it to enlarge more the mounting part 31a1 and the amount of displacement of 31b1.

[0097] The piezo-electricity / electrostriction component 32 to which the bias potential of negative level is impressed can give the function to support the piezo-electricity / electrostriction component 32 which serves as a subject of displacement actuation, by using the wave shown according to the thing two-dot chain line in (a) and (b) of drawing 15, if it puts in another way.

[0098] Thus, it sets to piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned. Since the minute variation rate of piezo-electricity / electrostriction component 32 will be amplified by big displacement actuation using bending of both the moving part 31a and 31b of a base 31 and will be transmitted to both the moving part 31a and 31b, The mounting part 31a1 and 31b1 become possible [ carrying out a variation rate greatly to the major axis m of piezo-electricity / electrostriction device 30 ].

[0099] In piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned, in order to demonstrate the function much more certainly, it is desirable to consider the dimension relation like each part of about each part of a base 31, and the piezo-electricity / electrostriction component 32 as following.

[0100] The dimension like each part of the piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned is shown in drawing 13, among each dimension, L1 is the overall length of piezo-electricity / electrostriction device 30, and is the overall length of a base 31, and L2 is full [ of piezo-electricity / electrostriction device 30 ]. Moreover, L3 is the die length like the non-adhesion part of piezo-electricity / electrostriction component 32, L6 is the die length of piezo-electricity / electrostriction component 32, and L7 is the width of face of piezo-electricity / electrostriction component 32. [ in / full / of a base 31 /, and L4, and / in L5 / moving part 31a and 31b ] [ spacing between both moving-part 31a of a base 31, and 31b ]

[0101] Moreover, the die length with which, as for L8, the fixed part of the part for a substantial actuator and the component mounting section of piezo-electricity / electrostriction component laps among each dimension, L9 -- for the thickness of moving part, and L11, as for the die length like the moving part of moving part, and L13, the thickness of the connection section and L12 are [ thickness and L10 / the die length of the plane of composition of the mounting section and L14 ] the die length of the substantial actuator of piezo-electricity / electrostriction component 32 at adhesives, M1 is the die length of Components H, and M2 is the width of face of Components H.

[0102] In piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned, the relation between the spacing L4 between both moving-part 31a of a base 31 and 31b and the die length M1 of the longitudinal direction of Components H is  $L4 \geq M1$ , and is  $L4 - M1 = 0.001 - 0.01\text{mm}$ . In the case of  $L4 < M1$ , in case Components H are inserted between both moving-part 31a and 31b, it is necessary to extend between both moving-part 31a and 31b, and there is a possibility of damaging a device in this case in it. The thickness L9 of adhesives is  $0.005 - 0.1\text{mm}$ , and is  $0.01 - 0.05\text{mm}$  more preferably. When the thickness L9 of adhesives is thicker than  $0.1\text{mm}$ , it becomes difficult for adhesives to tend to flow out and to put into the thickness of a predetermined dimension.

[0103] When the difference of the spacing L4 between both moving-part 31a of a base 31 and 31b and the die length M1 of the longitudinal direction of Components H is small, impregnation of Components H and the adhesives of a between [ each mounting part 31a1 and 31b1 ] is difficult in inserting Components H in spacing L4, and control of the thickness L9 of adhesives is difficult. In setting up the thickness L9 of adhesives more thinly than  $0.01\text{mm}$ , it is easy to generate dispersion in the bond strength to Components H. For this reason, the thickness L9 of adhesives is  $0.01 - 0.03\text{mm}$  much more preferably.

[0104] The thickness L10 of moving part 31a and 31b is  $0.001 - 0.2\text{mm}$ , and that of a base 31 is  $0.01 - 0.1\text{mm}$  more preferably, and is  $0.03 - 0.08\text{mm}$  much more preferably. The smaller one in the ability to do of full [ of connection section 31c / L2 ] (die length), the die length L12 like the moving part of moving part 31a and 31b, the mounting part 31a1, the thickness L9 of the adhesives of 31b1, and the thickness L10 grade of moving part 31a and 31b is desirable, thereby, full [ of a device / the overall length L1 and full / L2 ] become small, and a device is miniaturized.

[0105] The die length L12 like the moving part of the moving part 31a and 31b in a base 31 is  $0.3 - 2\text{mm}$  preferably  $0.2 - 3\text{mm}$ . The mounting part 31a2 of both the moving part 31a and 31b and the die length L13 of 31b2 are  $0.05 - 2\text{mm}$ . The spacing L4 of both the moving part 31a and 31b is  $0.1 - 2\text{mm}$ , and is  $0.2 - 1.6\text{mm}$  preferably. if it is in this dimension -- (die length L3 of both moving parta [ 31 ] and 31b)/(spacing L4 of both the moving part 31a and 31b) --  $0.5 - 10$  -- it is  $0.5 - 5$  preferably. (spacing L4 of both moving parta [ 31 ] and 31b)/(thickness L10 of moving part 31a and 31b) --  $0.5 - 20$  -- desirable --  $1 - 15$  -- it is  $1 - 10$  still more preferably.

[0106] piezo-electricity -- /-- electrostriction -- a component -- substantial -- an actuator -- a part -- component mounting -- the section -- a fixed part -- lapping -- die length -- L -- eight -- moving part -- 31 -- a -- 31 -- b -- thickness -- L -- ten -- one -- /-- two -- being large -- things -- namely, -- L -- eight --  $> (L/10/2)$  -- it is -- things -- being desirable . According to this setting out, the driving force of piezo-electricity / electrostriction layer 32a acts efficiently to a variation rate.

[0107] The die length L13 of the plane of composition of the mounting parts 31a and 31b in the moving part 31a and 31b of a base is set as the width of face M2 and abbreviation identitas of components H \*\* in the condition which shows in drawing 13 . however, when the die length M1 of Components H is longer than the width of face M2 By making the mounting part 31a2 and the die length L13 of 31b2 into the approach of bending for a long time, the mounting part 31a2 and 31b2 by forming in the mounting part of adhesion convention die length so that device 10f may see The die length L13 of the plane of composition of the mounting parts 31a and 31b is specified as the die length M1 of Components H in independent. Or where Components H are pasted up, from the mounting part 31a2 and 31b2, the point of Components H is made to project, and is made and the thing thing of it can be carried out.

[0108] As for the die length L14 of the substantial actuator of piezo-electricity / electrostriction component, it is desirable to carry out to 20 - 95% of the die length L12 like the moving part in moving part 31a and 31b, and it is 40 - 80% more preferably.

[0109] Piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned can be used also as an acceleration sensor while being able to use it as an actuator which controls the magnetic head.

[0110] When using piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned as an actuator which controls the magnetic head, the components H shown in drawing 13 are the magnetic heads, and piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned are fixed to a suspension in connection section 31c of the base 31. A suspension is the susceptor for supporting piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned, and piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned have parts other than the connection section 31c in the condition of having floated from the suspension, in the condition of having been fixed to the suspension.

[0111] Moreover, in using piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned as an acceleration sensor, the components H shown in drawing 13 are spindles, and it pastes up Spindle H on the mounting part 31a1 in both the moving part 31a and 31b of a base 31, and 31b1. Drawing 16 shows the mode which used piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned as acceleration-sensor S, and the condition before assembling as concerned acceleration-sensor S shows drawing 17 .

[0112] In the acceleration-sensor S concerned, Spindles H are adhesives, such as an epoxy resin, are pasted up on the mounting part 31a1 of both the moving part 31a and 31b, and 31b1, and piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned are being fixed to the mounting part s2 of the wiring substrate s1 through adhesives, such as an epoxy resin, in the connection section 31c. Piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned have parts other than that connection section 31c in the condition of having floated from the wiring substrate s1, in the state of this mounting. In addition, although wiring for electrical connection and various kinds of circuits are formed in the wiring substrate s1, the graphic display is omitted about these.

[0113] In the acceleration-sensor S concerned, if adhesion to the wiring substrate s1 of the piezo-electricity / the electrostriction device 30 concerned can be performed by spot welding etc. and the means of spot welding is taken to adhesion, it can attach firmly [ adhesion area is small and ]. Moreover, about Spindle H, acceleration sensibility can be adjusted by setting up the mass suitably.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

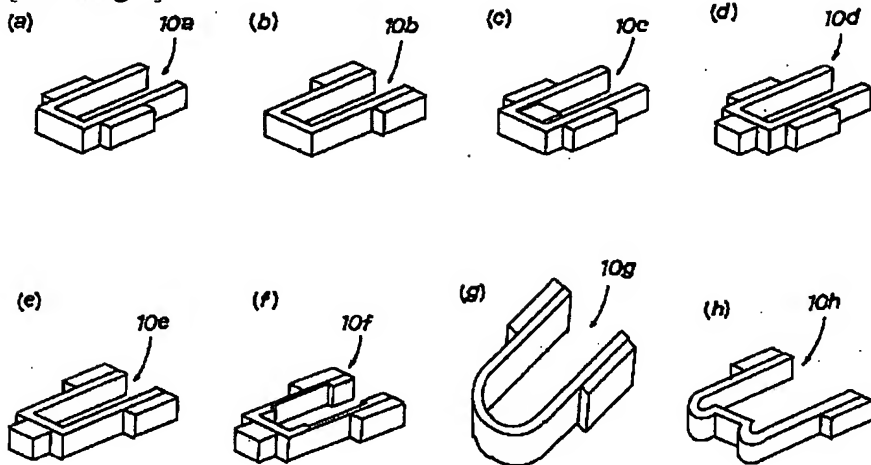
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

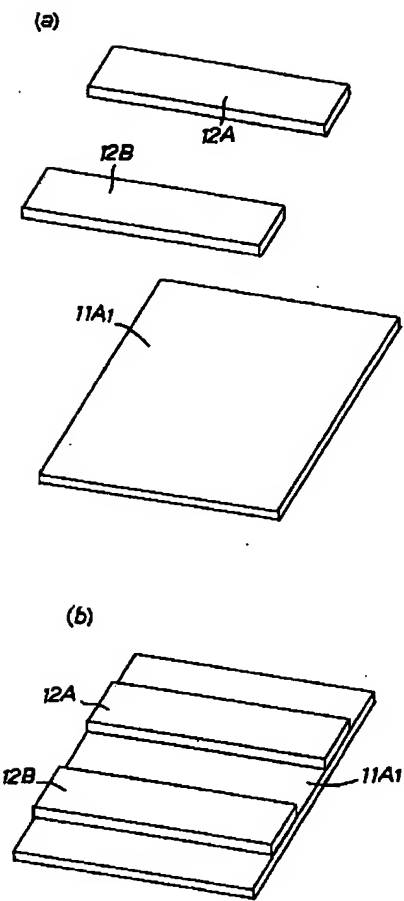
DRAWINGS

---

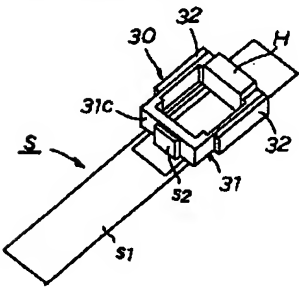
[Drawing 1]



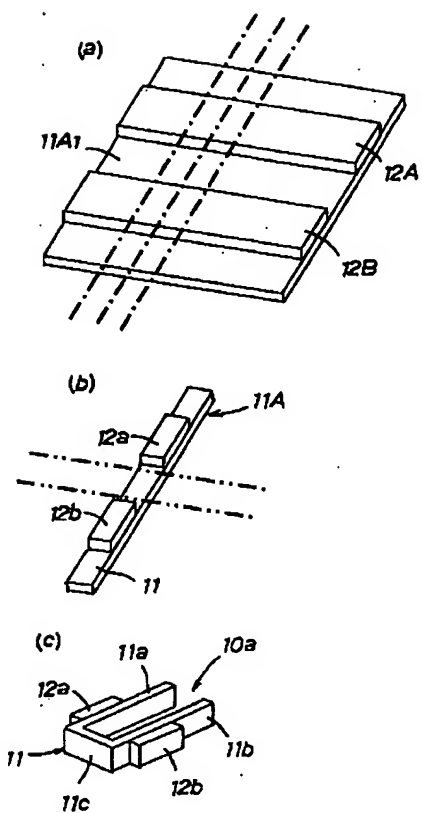
[Drawing 2]



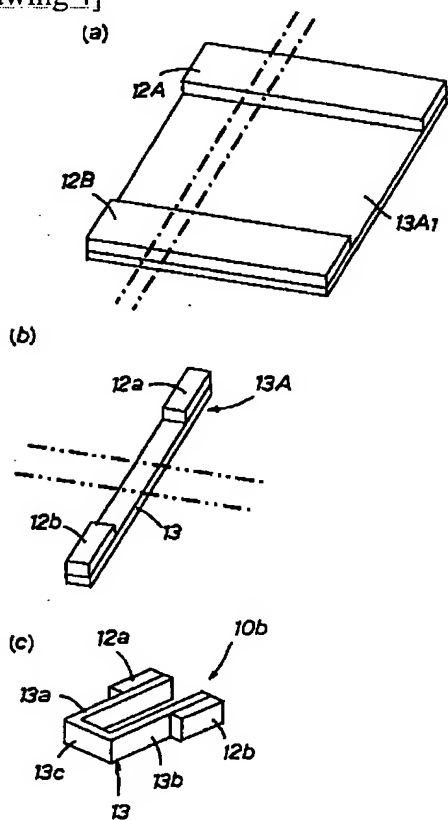
[Drawing 16]



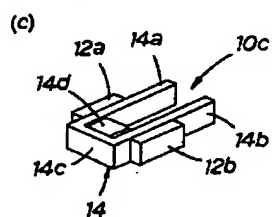
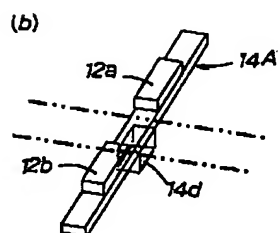
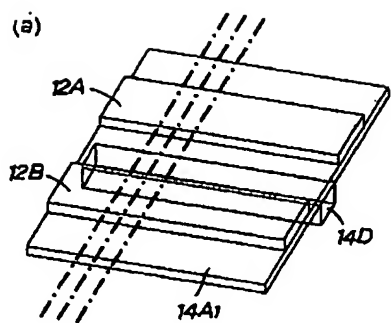
[Drawing 3]



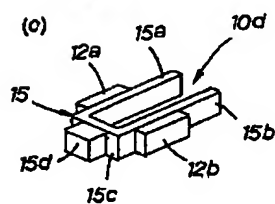
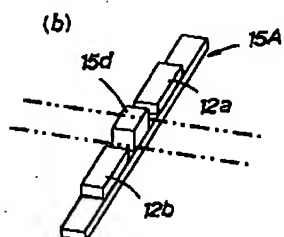
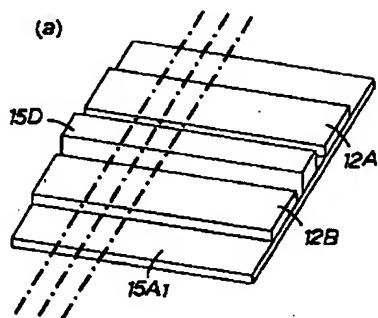
[Drawing 4]



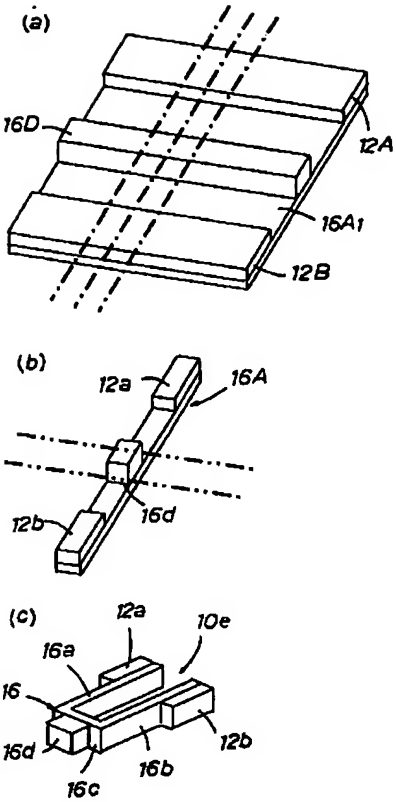
[Drawing 5]



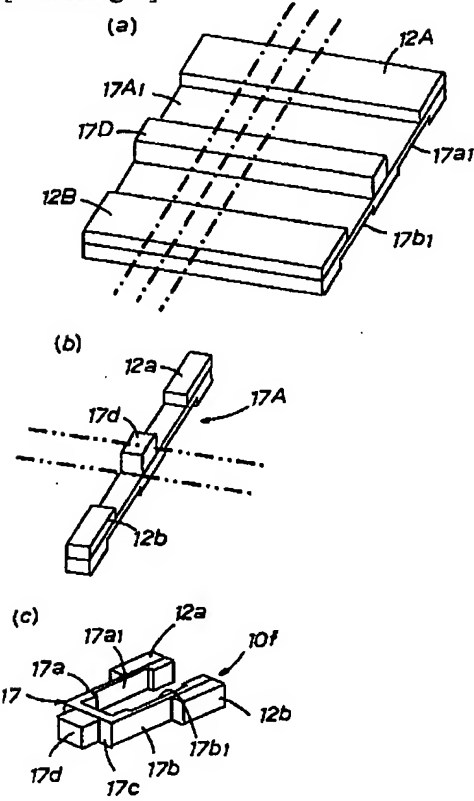
[Drawing 6]



[Drawing 7]

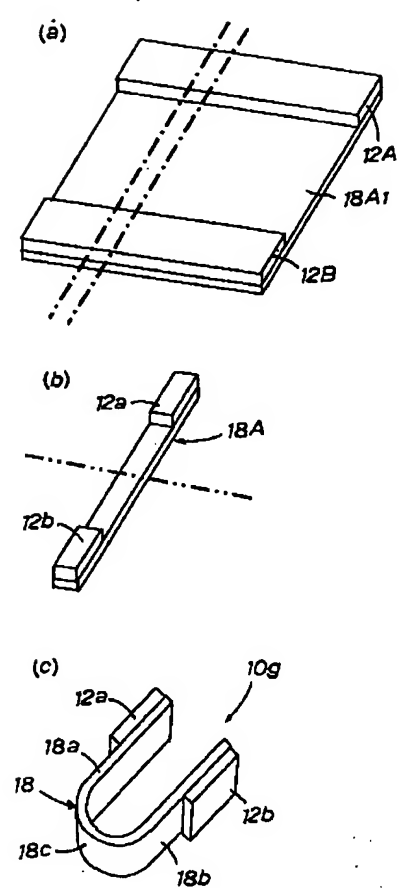


[Drawing 8]

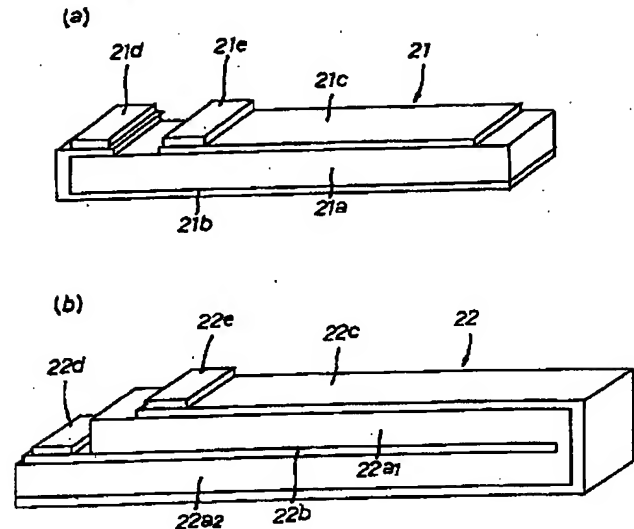


[Drawing 9]

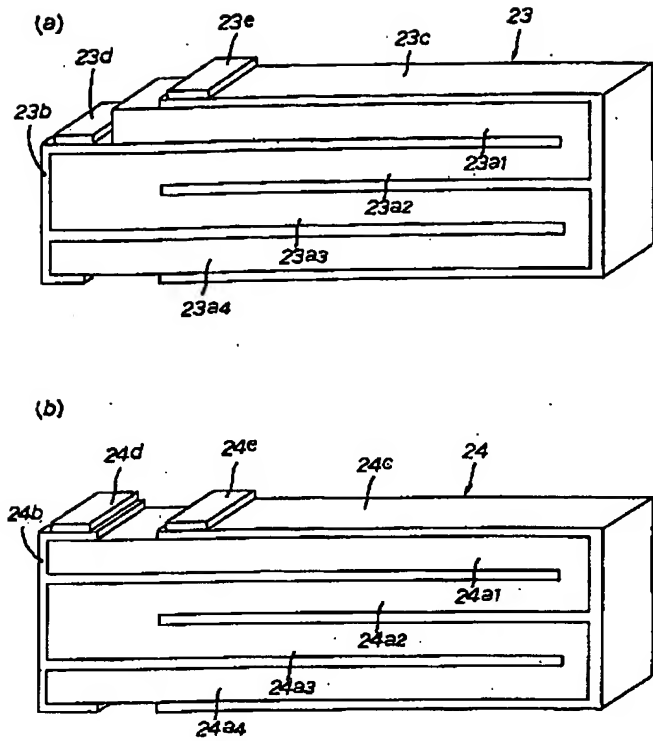




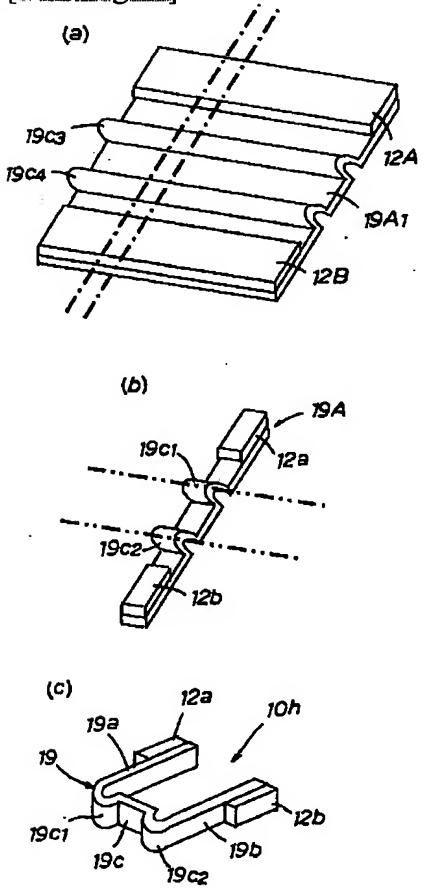
[Drawing 11]



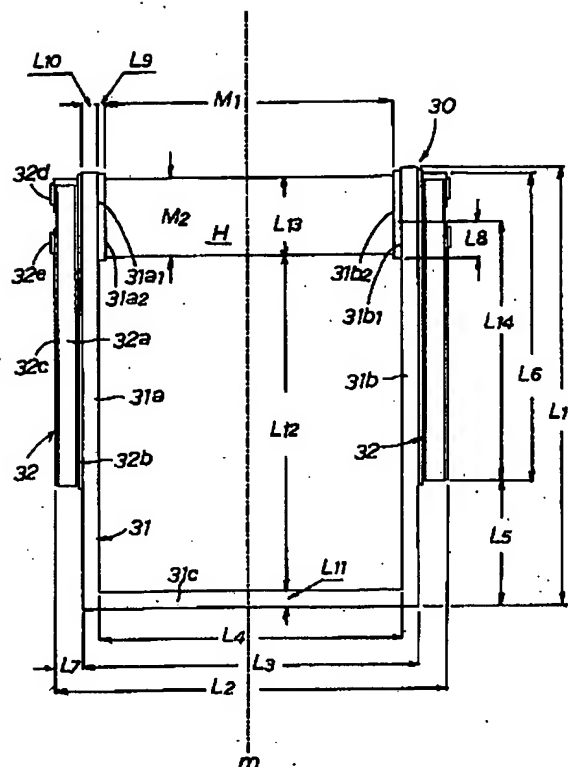
[Drawing 12]



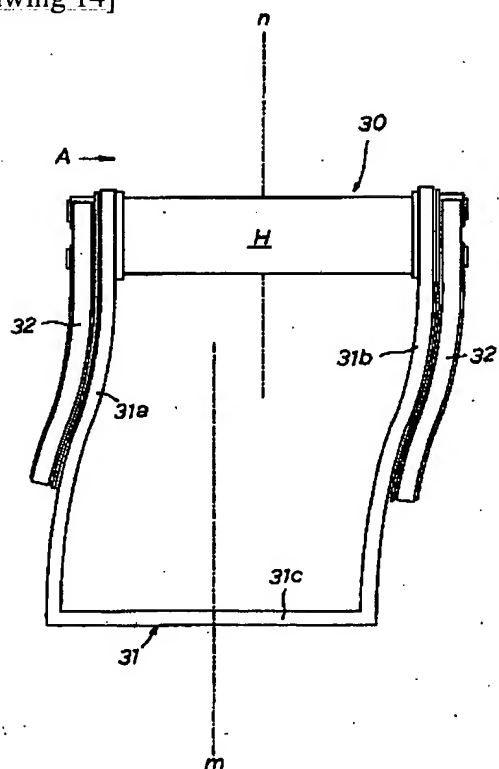
[Drawing 10]



[Drawing 13]

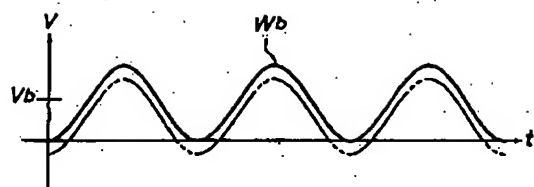


[Drawing 14]

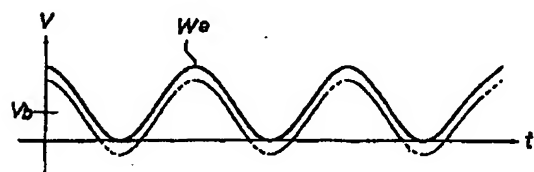


[Drawing 15]

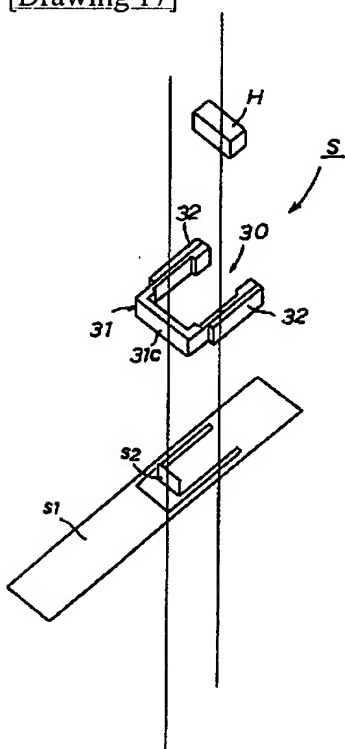
(a)



(b)



[Drawing 17]



[Translation done.]

③

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-008093

(43)Date of publication of application : 10.01.2003

(51)Int.Cl.

H01L 41/09  
G01C 19/56  
G01P 9/04  
G01P 15/09  
H01L 41/08  
H01L 41/187  
H01L 41/22

(21)Application number : 2001-182898

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 18.06.2001

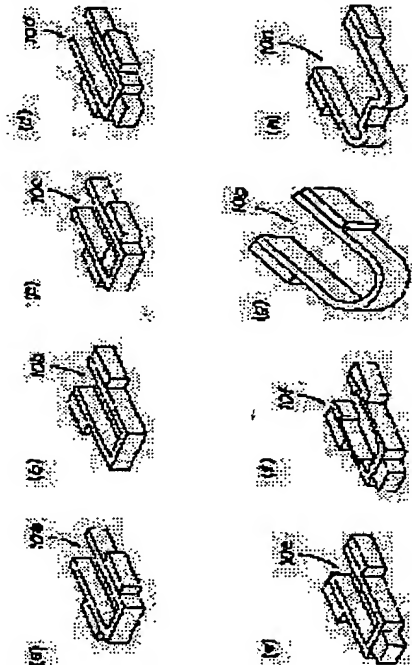
(72)Inventor : IKEDA KOJI  
SHIBATA KAZUYOSHI

## (54) PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRICTIVE DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To constitute a piezoelectric/electrostrictive device comprising a base 11 having a pair of opposed movable units 11a, 11b, and a coupling part 11c for coupling the units 11a, 11b to each other at one end sides, and piezoelectric/electrostrictive elements 12a, 12b arranged at side faces of the units 11a, 11b of the base 11 in a simple structure having the small number of components.

**SOLUTION:** The base 11 is formed integrally in a lateral U shape or a U shape by curving one band-like flat plate. The movable units 11a, 11b are extended in a predetermined length from each end of a coupling part 11c to other end side, and the other ends of the units 11a and 11b are disposed at mounting sites if a component to be controlled or a component to be inspected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-8093

(P 2003-8093A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	テマコード (参考)
H01L	41/09	G01C 19/56	2F105
G01C	19/56	G01P 9/04	
G01P	9/04	15/09	
	15/09	H01L 41/08	J
H01L	41/08	41/22	Z
審査請求 未請求 請求項の数 13 OL		(全 17 頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-182898 (P2001-182898)

(22) 出願日 平成13年6月18日 (2001.6.18)

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 池田 幸司

名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

(72) 発明者 柴田 和義

名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

(74) 代理人 100088971

弁理士 大庭 咲夫 (外2名)

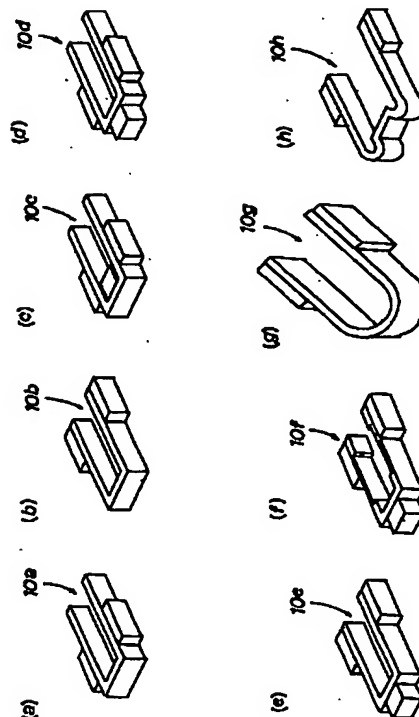
Fターム (参考) 2F105 BB11 CC01 CD02 CD06

(54) 【発明の名称】 圧電／電歪デバイスおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 相対向する一対の可動部 11a, 11b とその一端部側にて互いに連結する連結部 11c を有する基体 11 と、基体 11 の可動部 11a, 11b の側面に配設した圧電／電歪素子 12a, 12b を具備する圧電／電歪デバイスを、部品点数の少くて簡単な構造に構成する。

【解決手段】 基体 11 は、1 枚の帯状の平板を屈曲してコ字状または U 字状に一体的に形成されていて、各可動部 11a, 11b は連結部 11c の各端部から所定長さ他端側へ延びて、各可動部 11a, 11b の他端部が被制御部品または被検査部品の取付部位となっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相対向して互いに並列する一対の可動部およびこれら両可動部を一端部側にて互いに連結する連結部を有する基体と、同基体における前記両可動部の少なくとも一方の外側面に配設した圧電／電歪素子とを具備してなる圧電／電歪デバイスであり、前記基体は 1 枚の帯状の平板で一体的に構成されていて、前記各可動部は前記連結部の各端部から所定長さ他端側へ延びていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記圧電／電歪素子は前記可動部より短くて、同可動部の他端部側に位置していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記圧電／電歪素子は前記可動部より短くて、同可動部の一端部側に位置していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体は前記両可動部の他端側に開口する略コ字状を呈していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体は前記連結部の内面側または外面側に平板部を備えていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体は前記両可動部の他端側に開口する略 U 字状を呈していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する各可動部と連結部の各端部間の連結部位が円弧状の凹所に形成されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 8】 請求項 1、2、3、4、5、6 または 7 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体の各可動部における長手方向の中間部が薄肉状に形成されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 9】 請求項 1、2、3、4、5、6、または 8 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体は金属製の平板にて構成されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 10】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 または 9 に記載の圧電／電歪デバイスは、制御または検査の対象とする部品を、前記基体を構成する前記両可動部の他端部の内面側にて挟持した使用形態を採ることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 11】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 または 10 に記載の圧電／電歪デバイスを構成する基体を製造する方法であり、前記基体の形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用し、同平板を前

記基体が平面状に展開された形状の平板に切断して細幅状の原板とし、同原板の所定の部位を屈曲して前記両可動部と前記連結部が一体の前記基体を形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスを構成する基体の製造方法。

【請求項 12】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 または 10 に記載の圧電／電歪デバイスを製造する方法であり、前記基体の形成材料として、可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用し、同平板を前記基体が平面状に展開された形状の平板に切断して細幅状の原板とし、同原板の所定の部位を屈曲することにより、前記両可動部と前記連結部が一体の前記基体を形成して、同基体を構成する両可動部の少なくとも一方の外側面に圧電／電歪素子を貼着して圧電／電歪デバイスを形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【請求項 13】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 または 10 に記載の圧電／電歪デバイスを製造する方法であり、前記基体の形成材料として、可撓性で屈曲加工の可能な平板であって所定の部位に圧電／電歪素子が接着されている平板を採用し、同平板を前記圧電／電歪素子と一体に前記基体が平面状に展開された形状に切断して細幅状の原板とし、同原板の所定の部位を屈曲することにより、前記両可動部と前記連結部が一体の前記基体、および、前記両可動部の少なくとも一方の外側面に圧電／電歪素子が貼着されている圧電／電歪デバイスを形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧電／電歪デバイス、同圧電／電歪デバイスを構成する基体および同圧電／電歪デバイスの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電／電歪デバイスの一形式として、ヨーロッパ特許（EP1017116A2）明細書に開示されているように、相対向して互いに並列する一対の可動部およびこれら両可動部を一端部側にて互いに連結する連結部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の外側面に配設してなる圧電／電歪素子を具備してなる形式の圧電／電歪デバイスがある。

【0003】 当該形式の圧電／電歪デバイスは、圧電／電歪素子の変位動作に起因する可動部の作動機能、または、被検出側から入力される可動部の変位を圧電／電歪素子により検出する検出機能を有するもので、これらの機能を有効に利用して、下記のごとき広い用途に使用されている。

【0004】 すなわち、当該形式の圧電／電歪デバイスは、各種トランスデューサ、各種アクチュエータ、周波数領域機能品（フィルタ）、トランス、通信用、動力用の振動子や共振子、発振子、ディスクリミネータ等の能



動素子、超音波センサ、加速度センサ、角速度センサ、衝撃センサ、質量センサ等の各種センサ素子、光学機器、精密機器等の各種精密部品等の変位や位置決め調整、角度調整の機構に用いられる各種アクチュエータ等

【0005】ところで、当該形式の圧電／電歪デバイスは、一般には、基体と少なくとも1つの圧電／電歪素子とからなり、これらは接着剤を介して互いに接着されている。また、基体は、一対の可動部を構成する構成部材とこれら両構成部材を連結する構成部材からなり、これらの構成部材は接着剤を介して互いに接着されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、当該形式の圧電／電歪デバイスは、その構成部材の部材の点数が多くて、コストが高いとともに組立作業が面倒であり、かつ、各構成部材同士を接着剤を介して接着していることから、各構成部材同士の接着にバラツキが生じて、デバイス特性に影響を及ぼすおそれがある。

【0007】また、当該形式の圧電／電歪デバイスを製造するには、デバイス原盤を適宜に切断して多数取り出す手段が採られることから、切断して形成された圧電／電歪デバイスは、切断時に発生する塵埃や切削液、さらには、切断時にデバイス原盤を保持するために使われる接着剤やワックス等の有機成分により汚染されていて、圧電／電歪デバイスの洗浄が容易ではない。

【0008】また、基体をセラミックス、すなわち、複数枚のセラミックグリーンシート積層体の焼成体で構成する場合、セラミックスが割れ易いため、ジルコニア等の硬い材質のセラミックスを採用する必要がある、硬い材料のセラミックスを採用した場合でも、欠損やクラックが発生しないように適切な切断条件を選定する必要がある。また、基体が硬い材料のセラミックスであることから加工し難く、加工処理数を増やすためには、異なる機能の多くの加工装置を使用する等の配慮をする必要がある。

【0009】なお、基体を金属材料で構成することも可能であるが、金属材料は切削加工中に摩擦熱で端面が酸化したり、加工端面にバリが残留するため、これらを除去する別工程を追加しなければならない。また、圧電／電歪素子の検査は、デバイス原盤を切断した後でなければすることができない。

【0010】また、デバイス原盤から切り出してなるデバイスの洗浄には、汚れが容易に除去し得るように、超音波洗浄を採用することが好ましいが、超音波洗浄において洗浄効果を上げるべく強い超音波を使用すると、デバイスにダメージを与えることがあり、圧電／電歪素子が基体から剥離したり破損することもある。このため、超音波洗浄を採用する場合には、デバイスにダメージを与えない弱い超音波を選定する必要があるが、このような洗浄条件を採用する場合には、切断時に付着する汚

を除去するには長時間を要することになる。

【0011】圧電／電歪デバイスからの発塵は、例えば、ハードディスクドライブの磁気ヘッドのアクチュエータとして圧電／電歪デバイスを使用する場合にドライブの中で発塵すると、その塵が浮上スライダーとメディアのクラッシュの原因となり、データを破壊するおそれがある。また、圧電／電歪デバイス自身に対しても、その塵が圧電／電歪素子の電極に付着してショートを引き起こすおそれがある。このため、ハードディスクドライブに対しては勿論のこと、デバイス自身にも高い清浄化度が要求される。

【0012】従って、本発明の目的は、当該形式の圧電／電歪デバイスを構成する基体を、1枚の平板を原板とする一体構造とすることにより、上記した各問題を解消することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は圧電／電歪デバイスに関するもので、相対向して互いに並列する一対の可動部およびこれら両可動部を一端部側にて互いに連結する連結部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の外側面に配設した圧電／電歪素子を具備してなる形式の圧電／電歪デバイスを適用対象とするものである。

【0014】しかし、本発明に係る圧電／電歪デバイスは、上記した形式の圧電／電歪デバイスを構成する前記基体が1枚の帯状の平板で一体的に構成されていて、前記各可動部は前記連結部の各端部から所定長さ他端側へ延びていることを特徴とするものである。

【0015】当該圧電／電歪ディスクにおいては、前記基体を金属製の平板にて構成することができ、また、当該圧電／電歪デバイスは、制御または検査の対象とする部品を、前記基体を構成する前記両可動部の他端部の内面側にて挟持した使用形態を採ることができる。

【0016】本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、前記圧電／電歪素子は前記可動部より短くて、同可動部の他端部側に位置している構成を採ることができるとともに、同可動部の一端部側に位置している構成を採ることができる。

【0017】本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体を、前記両可動部の他端側に開口する略コ字状を呈する構成とすることができる。この場合には、前記基体に、前記連結部の内面側または外面側に平板部を設ける構成とすることができる。また、本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体を、前記両可動部の他端側に開口する略U字状を呈する構成や、各可動部と連結部の各端部間の連結部位が円弧状の凹所に形成する構成を採ることができる。さらにまた、本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体の各可動部における長手方向の中間部を薄肉状に形成する構成を採ることができる。

【0018】また、本発明は、本発明に係る圧電／電歪デバイスを構成する基体を製造する方法であり、前記基体の形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用し、同平板を前記基体が平面状に展開された形状の平板に切断して細幅状の原板とし、同原板の所定の部位を屈曲して前記両可動部と前記連結部が一体の前記基体を形成することを特徴とするものである。

【0019】また、本発明は、本発明に係る圧電／電歪デバイスを製造する方法であり、前記基体の形成材料として、可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用し、同平板を前記基体が平面状に展開された形状の平板に切断して細幅状の原板とし、同原板の所定の部位を屈曲することにより、前記両可動部と前記連結部が一体の前記基体を形成して、同基体を構成する両可動部の少なくとも一方の外側面に圧電／電歪素子を貼着して圧電／電歪デバイスを形成することを特徴とするものである。さらにまた、本発明に係る圧電／電歪デバイスを製造する他の製造方法は、前記基体の形成材料として、可撓性で屈曲加工の可能な平板であってその所定の部位に圧電／電歪素子が接着されている平板を採用し、同平板を前記圧電／電歪素子と一体に前記基体が平面状に展開された形状に切断して細幅状の原板とし、同原板の所定の部位を屈曲することにより、前記両可動部と前記連結部が一体の前記基体、および、前記両可動部の少なくとも一方の外側面に圧電／電歪素子が貼着されている圧電／電歪デバイスを形成することを特徴とするものである。

#### 【0020】

【発明の作用・効果】本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、圧電／電歪デバイスを構成する基体が1枚の帯状の平板で構成された一体構造のもので、基体は原則的には1個の構成部材で構成されていることから、構成部材は基体と圧電／電歪素子の2種類となり、圧電／電歪デバイスの構成部材を大幅に低減できるとともに、構成部材の組立工数を低減できて、コストを大幅に軽減することができる。

【0021】また、本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、構成部材の部材の点数が極めて少なく、各構成部材同士の接着部位も極めて少ないことから、各構成部材同士の接着のバラツキが皆無またはほとんどなくて、設定された精度の高いデバイス特性を有するものである。

【0022】このように有効な圧電／電歪デバイスは、本発明に係る上記した各製造方法により容易かつ安価に製造することができるが、特に、本発明に係る圧電／電歪デバイスを構成する基体については、その形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用して、同平板を前記基体が平面状に展開された形状に切断して細幅状の原板とし、同原板の所定の部位を屈曲して両可動部と前記連結部が一体の基体を形成する製造方法を探ることにより、容易かつ安価に製造することができるものであ

る。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】本発明は、相対向して互いに並列する一対の可動部およびこれら両可動部を一端部側にて互いに連結する連結部を有する基体と、同基体における両可動部の少なくとも一方の外側面に配設した圧電／電歪素子を具備してなる圧電／電歪デバイスであって、基体を、1枚の帯状の平板で一体的に、コ字状またはU字状に屈曲して形成されているものである。図1は、本発明に係る圧電／電歪デバイスの多数の実施形態（第1の実施形態～第8の実施形態）を模式的に示しているものである。

【0024】図1の(a)～(f)に示す第1～第6の各実施形態は、基体がコ字状を呈する圧電／電歪デバイスであり、同図の(g)に示す第7の実施形態は、基体がU字状を呈する圧電／電歪デバイスであり、かつ、同図の(h)に示す第8の実施形態は、基体がコ字状を呈していて、各可動部と連結部の各端部間の連結部位が円弧状の凹所に形成されている圧電／電歪デバイスである。

【0025】第1の実施形態である第1圧電／電歪デバイス10a、および、第2の実施形態である第2圧電／電歪デバイス10bは、本発明に係る圧電／電歪デバイスの基本的な構成を有するもので、第1圧電／電歪デバイス10aは図2および図3に示す方法により形成され、かつ、第2圧電／電歪デバイス10bは図4に示す方法により形成されている。

【0026】第1圧電／電歪デバイス10aは、図3(c)に示すように、基体11と一対の圧電／電歪素子12a、12bからなり、基体11は、細幅で長尺の原板をコ字状に屈曲して形成されているもので、左右一対の可動部11a、11bと、両可動部11a、11bを一端部側にて互いに連結する連結部11cにて構成されている。当該基体11においては、各可動部11a、11bの外側面に、各圧電／電歪素子12a、12bがエポキシ樹脂等からなる接着剤を介して接着されている。

【0027】各圧電／電歪素子12a、12bは、圧電／電歪層と電極膜からなる多層体であって、各可動部11a、11bとは同一形状で、所定長さ短く形成されていて、各可動部11a、11bにおける一端部側にて連結部11cに近接して接着されて、各可動部11a、11bの他端部側へ所定長さ延びている。

【0028】第1圧電／電歪デバイス10aにおいては、基体11の連結部11cには、図示しないアクチュエータが配設され、かつ、両可動部11a、11b間には、たとえば図示しない被制御部品であるハードディスク用の磁気ヘッド（スライダ）が配設されて使用される。

【0029】しかして、第1圧電／電歪デバイス10aを構成する基体11を構成するための原板としては、図

3 (b) に示す原板11Aが採用されており、同原板11Aは、図2 (a), (b) および図3 (a) に示す方法により形成されている。図3 (b) に示す原板11Aは、同図に示す2点鎖線に沿って屈曲加工を施すことにより、図3 (c) に示す第1圧電/電歪デバイス10aに形成される。

【0030】原板11Aの構成部材は、基本的には、図2 (a), (b) に示す平板11A1であるが、各圧電/電歪素子12a, 12bとなる、2枚の長尺の圧電/電歪素子原板12A, 12Bが接着されているものである。両圧電/電歪素子原板12A, 12Bが接着されている平板11A1は、図3 (a) に示す1点鎖線、およびこれに平行な線に沿って多数の部位にて切断され、これにより、同図 (b) に示す原板11Aが多数形成される。原板11Aは、同図 (b) に示す2点鎖線に沿って屈曲加工を施されて、同図 (c) に示す第1圧電/電歪デバイス10aが形成される。

【0031】平板11A1は可撓性であって、ヤング率が100GPa以上の金属製の平板であることが好ましい。これに該当する鉄系材料としては、SUS301、SUS304、AISI653、SUH660等のオーステナイト系ステンレス鋼、SUS430、SUS434等のフェライト系ステンレス鋼、SUS410、SUS630等のマルテンサイト系ステンレス鋼、SUS6312、AISI632等のセミアーステナイト系ステンレス鋼、エルマージングステンレス鋼、各種ばね鋼等の鋼材を挙げることができる。また、非鉄系材料としては、チタン-ニッケル合金等の超弾性チタン合金、黄銅、白銅、アルミニウム、タングステン、モリブデン、ベリリウム銅、リン青銅、ニッケル、ニッケル鉄合金、チタン等を挙げることができる。

【0032】なお、基体を金属材料で構成する際には、基体の少なくとも可動部に対応する部位が、冷間圧延加工されている金属板を採用することが好ましい。

【0033】しかして、第1圧電/電歪デバイス10aは、従来のこの種形式の圧電/電歪デバイスと同様に機能するものであるが、基体11が原板11Aを構成部材とする一体構造のものであることから、下記のごとき作用効果を奏するものである。

【0034】すなわち、第1圧電/電歪デバイス10aは、原板11Aのみからなる一体構造の基体11を構成部材とするもので、構成部材は基体11と圧電/電歪素子(12a, 12b)の2種類となり、圧電/電歪デバイス10aの構成部材を大幅に低減できるとともに、構成部材の組立工数を大幅に低減できて、コストを大幅に軽減することができる。

【0035】また、第1圧電/電歪デバイス10aにおいては、構成部材の点数が極めて少なく、各構成部材同士の接着部位も極めて少ないことから、各構成部材同士の接着のバラツキが皆無またはほとんどなくて、設定

された精度の高いデバイス特性を有するものとなる。

【0036】また、第1圧電/電歪デバイス10aにおいては、基体11の構成部材である原板11Aの形成材料(平板11A1)には、圧電/電歪素子原板12A, 12Bを予め接着しておき、平板11A1を圧電/電歪素子原板12A, 12Bと一体に切断することにより原板11Aを形成する構成を採用しているため、圧電/電歪デバイスの組立時に、圧電/電歪素子12a, 12bを、極めて細くて小さい部位である各可動部11a, 11bに接着する作業を解消することができ、組立が容易であるとともに、圧電/電歪素子12a, 12bの各可動部11a, 11bに対する接着精度を一層向上させることができる。

【0037】図1 (b) に示す第2の実施形態である第2圧電/電歪デバイス10bは、本発明に係る圧電/電歪デバイスの他の基本的な構成を有するもので、図4に示す方法で形成される。

【0038】第2圧電/電歪デバイス10bは、図4 (c) に示すように、基体13と一対の圧電/電歪素子12a, 12bからなるもので、この点では、第1圧電/電歪デバイス10aと同様であるが、第1圧電/電歪デバイス10aとは、各圧電/電歪素子12a, 12bの配設位置のみが相違している。第2圧電/電歪デバイス10bにおいては、各圧電/電歪素子12a, 12bは、各可動部13a, 13bにおける他端部側に接着されて、各可動部11a, 11bの一端部側、すなわち、基体13の連結部13c側へ所定長さ延びている。

【0039】しかして、第2圧電/電歪デバイス10bを構成する基体13を構成するための原板としては、図4 (b) に示す原板13Aが採用されており、同原板13Aは、同図 (a) に示す平板13A1を1点鎖線に沿って切断することにより形成されている。平板13A1には、その前後の端縁部に圧電/電歪素子原板12A, 12Bが接着されていて、平板13A1は、2箇所の1点鎖線のみならず、これらの1点鎖線に平行な図示しない多数の切断線に沿っても切断されて、多数の原板13Aが切り出されるものである。

【0040】原板13Aは、図4 (b) に示す2点鎖線に沿って屈曲加工されて、同図 (c) に示す第2圧電/電歪デバイス10bに形成される。第2圧電/電歪デバイス10bは、両圧電/電歪素子12a, 12bが両可動部13a, 13bの他端部側に位置している点で、第1圧電/電歪デバイス10aとは構成を異にするが、その他の点では同一構成である。従って、第2圧電/電歪デバイス10bは、第1圧電/電歪デバイス10aと類似する機能を有するとともに、同様の作用効果を奏するものである。

【0041】図1 (c), (d) に示す第3の実施形態および第4の実施形態である第3, 第4圧電/電歪デバイス10c, 10dは、第1圧電/電歪デバイス10a

を基本構成とするものであり、また、同図(e)、  
(f)に示す第5の実施形態および第6の実施形態である第5、第6圧電/電歪デバイス10e、10fは、第2圧電/電歪デバイス10bを基本構成とするものである。

【0042】図1(c)に示す第3圧電/電歪デバイス10cは、図5(c)に示すように、基体14と一対の圧電/電歪素子12a、12bからなるもので、この点では、第1圧電/電歪デバイス10aと同様であるが、基体14を構成する連結部14cに平板部14dが設けられていて、第1圧電/電歪デバイス10aとは相違する。平板部14dは、両可動部14a、14b間内にて連結部14cの内面側に位置している。平板部14dは、連結部14cを補強すべく機能するとともに、連結部14cをアクチュエータ等の支持部として使用する場合の、アクチュエータ等に対する接着面積を拡大すべく機能する。

【0043】しかし、第3圧電/電歪デバイス10cの基体14を構成するための原板としては、図5(b)に示す原板14Aが採用されており、同原板14Aは、同図(a)に示す平板14A1を1点鎖線に沿って切断することにより形成されている。平板14A1には、その表面の前後の中間部の2箇所には圧電/電歪素子原板12A、12Bが接着されているとともに、その裏面の前後の中央部に平板部14dを形成する平板状部材14Dが接着されている。平板14A1は、同図(a)に示す1点鎖線およびこれらに並列する図示しない切断線に沿って切断されて、多数の原板14Aが切り出される。

【0044】原板14Aは、図5(b)に示す2点鎖線に沿って屈曲加工されていて、同図(c)に示す第3圧電/電歪デバイス10cに形成されている。第3圧電/電歪デバイス10cは、平板部14dを備えている点で、第1圧電/電歪デバイス10aとは構成を異にするが、その他の点では同一構成である。従って、第3圧電/電歪デバイス10cは、第1圧電/電歪デバイス10aと同様の機能を有するとともに、同様の作用効果を奏するものであるが、平板部14dに起因して、連結部14cに対して補強する機能、および、接着面積を拡大する機能を有するものである。

【0045】図1(d)に示す第4圧電/電歪デバイス10dは、図6(c)に示すように、基体15と一対の圧電/電歪素子12a、12bからなるもので、この点においては、第1圧電/電歪デバイス10aと同様であるが、基体15を構成する連結部15cに平板部15dが設けられている点で、第1圧電/電歪デバイス10aとは相違する。平板部15dは、両可動部15a、15b間とは反対側である連結部15cの外側面に位置している。平板部15dは、連結部15cをアクチュエータ等の支持部として使用する場合の、アクチュエータ等に対する接着面積を拡大すべく機能する。

【0046】しかし、第4圧電/電歪デバイス10dの基体15を構成するための原板としては、図6(b)に示す原板15Aが採用されており、同原板15Aは、同図(a)に示す平板15A1を1点鎖線に沿って切断することにより形成されている。平板15A1には、その表面の前後の中間部の2箇所に圧電/電歪素子原板12A、12Bが接着されているとともに、その表面の前後の中央部に平板部15dを形成する平板状部材15Dが接着されている。平板15A1は、同図(a)に示す1点鎖線およびこれらに並列する図示しない切断線に沿って切断されて、多数の原板15Aが切り出される。

【0047】原板15Aは、図6(b)に示す2点鎖線に沿って屈曲加工されていて、同図(c)に示す第4圧電/電歪デバイス10dに形成されている。第4圧電/電歪デバイス10dは、平板部15dを備えている点で、第1圧電/電歪デバイス10aとは構成を異にするが、その他の点では同一構成である。従って、第4圧電/電歪デバイス10dは、第1圧電/電歪デバイス10aと同様の機能を有するとともに、同様の作用効果を奏するものであるが、平板部15dに起因して、連結部15cに対して接着面積を拡大する機能を発揮する。

【0048】図1(e)に示す第5圧電/電歪デバイス10eは、同図(b)に示す第2圧電/電歪デバイス10bを基本構成とするもので、図7(c)に示すように、基体16と一対の圧電/電歪素子12a、12bからなり、この点においては、第2圧電/電歪デバイス10bと同様であるが、基体16を構成する連結部16cに平板部16dが設けられている点で、第2圧電/電歪デバイス10bとは相違する。平板部16dは、両可動部16a、16b間とは反対側の連結部16cの外側面に位置している。平板部16dは、連結部16cをアクチュエータ等の支持部として使用する場合の、アクチュエータ等に対する接着面積を拡大すべく機能する。

【0049】しかし、第5圧電/電歪デバイス10eの基体16を構成するための原板としては、図7(b)に示す原板16Aが採用されており、同原板16Aは、同図(a)に示す平板16A1を1点鎖線に沿って切断することにより形成されている。平板16A1には、その表面の前後の端部の2箇所に圧電/電歪素子原板12A、12Bが接着されているとともに、その表面の前後の中央部に平板部16dを形成する平板状部材16Dが接着されている。平板16A1は、同図(a)に示す1点鎖線およびこれらに並列する図示しない切断線に沿って切断されて、多数の原板16Aが切り出されるものである。

【0050】原板16Aは、図7(b)に示す2点鎖線に沿って屈曲加工されていて、同図(c)に示す第5圧電/電歪デバイス10eに形成されている。第5圧電/電歪デバイス10eは、平板部16dが形成されている点で、第2圧電/電歪デバイス10bとは構成を異にする

るが、その他の点では同一構成である。従って、第5圧電／電歪デバイス10eは、第2圧電／電歪デバイス10bと同様の機能を有するとともに、同様の作用効果を奏するものであるが、平板部16dに起因して、連結部16cに対して接着面積を拡大する機能を発揮する。

【0051】図1(f)に示す第6圧電／電歪デバイス10fは、同図(b)に示す第2圧電／電歪デバイス10bを基本構成とするもので、図8(c)に示すように、基体17と一対の圧電／電歪素子12a、12bからなり、基体17を構成する連結部17cに平板部17dが設けられている点においては、第5圧電／電歪デバイス10eと同一構成である。但し、第6圧電／電歪デバイス10fは、両可動部17a、17bの長手方向の中間部が所定の長さにならって薄肉部17a1、17b1に形成されており、この点において、第5圧電／電歪デバイス10eとは相違する。両可動部17a、17bの薄肉部17a1、17b1は、両可動部17a、17bの変位量を高めるべく機能する。

【0052】しかして、第6圧電／電歪デバイス10fの基体17を構成するための原板としては、図8(b)に示す原板17Aが採用されており、同原板17Aは、同図(a)に示す平板17A1を1点鎖線に沿って切断することにより形成されている。平板17A1には、その表面の前後の端部の2箇所に圧電／電歪素子原板12A、12Bが接着されているとともに、その表面の前後の中央部に平板部17dを形成する平板状部材17Dが接着されている。

【0053】また、平板17A1においては、その前後方向における中間部の2箇所の部位が所定の長さにならって薄肉部17a1、17b1に形成されている。平板17A1は、同図(a)に示す1点鎖線およびこれらに並列する図示しない切断線に沿って切断されて、多数の原板17Aが切り出されるものである。

【0054】原板17Aは、図8(b)に示す2点鎖線に沿って屈曲加工されていて、同図(c)に示す第6圧電／電歪デバイス10fに形成されている。第6圧電／電歪デバイス10fは、各可動部17a、17bが薄肉部17a1、17b2を有している点においては、第5圧電／電歪デバイス10eとは構成を異にするが、その他の点においては同一構成である。従って、第6圧電／電歪デバイス10fは、第5圧電／電歪デバイス10eと同様の機能を有するとともに、同様の作用効果を奏するものであるが、薄肉部17a1、17b1に起因して、各可動部17a、17bの変位量を増大する機能を発揮する。

【0055】なお、平板17A1や、基体17における、各可動部17a、17bの薄肉部17a1、17b1については、エッチング、レーザ加工、放電加工、イオンミリング、サンドブラスト、ドリル加工等の手段を採用して形成することができるとともに、打ち抜き加工した板

を余分に準備して、これを基板の対応する部位に張り合わせるることにより形成することができる。

【0056】図1(g)、(h)に示す第7、第8の実施形態である第7圧電／電歪デバイス10gおよび第8圧電／電歪デバイス10hは、第1、第2の実施形態である第1圧電／電歪デバイス10aおよび第2圧電／電歪デバイス10bとは形式を異にするものである。

【0057】第7の実施形態である第7圧電／電歪デバイス10gは、図9(c)に示すように、基体18と一対の圧電／電歪素子12a、12bからなり、基体18を構成する連結部18cは円弧状を呈している点において、第2圧電／電歪デバイス10bとは相違する。円弧状の連結部18cは、両可動部18a、18bの変位量の増大と円滑な変位動作を図るべく機能する。

【0058】しかして、第7圧電／電歪デバイス10gの基体18を構成するための原板としては、図9(b)に示す原板18Aが採用されており、同原板18Aは、同図(a)に示す平板18A1を1点鎖線に沿って切断することにより形成されている。平板18A1には、その表面の前後の端部の2箇所に圧電／電歪素子原板12A、12Bが接着されているもので、平板18A1は、同図(a)に示す1点鎖線およびこれらに並列する図示しない切断線に沿って切断されて、多数の原板18Aが切り出される。

【0059】原板18Aは、図9(b)に示す2点鎖線に沿って屈曲加工されていて、同図(c)に示す第7圧電／電歪デバイス10gに形成されている。第7圧電／電歪デバイス10gは、両可動部18a、18bを連結する連結部18cが円弧状を呈している点において、第2圧電／電歪デバイス10bとは構成を異にするが、その他の点においては同一の構成である。従って、第7圧電／電歪デバイス10gは、第2圧電／電歪デバイス10bと同様の機能を有するとともに、同様の作用効果を奏するものであるが、円弧状の連結部18cに起因して、両可動部18a、18bの変位量の増大と円滑な変位動作を図るべく機能する。

【0060】図1(h)に示す第8圧電／電歪デバイス10hは、図10(c)に示すように、基体19と一対の圧電／電歪素子12a、12bからなり、基体19を構成する各可動部19a、19bと連結部19cとを連結する連結部位19c1、19c2が円弧状の凹所に形成されている点において、第2圧電／電歪デバイス10bとは相違する。円弧状凹所の連結部位19c1、19c2は、両可動部19a、19bの変位量の増大と円滑な変位動作を図るべく機能する。

【0061】しかして、第8圧電／電歪デバイス10hの基体19を構成するための原板としては、図10

(b)に示す原板19Aが採用されており、同原板19Aは、同図(a)に示す平板19A1を1点鎖線に沿って切断することにより形成されている。平板19A1



は、その前後の中間部の2箇所の部位が波形状に形成されている。これらの波形状部位19c3、19c4は、連結部位19c1、19c2に対応するもので、原板19Aが屈曲加工された際に、連結部位19c1、19c2を形成する。平板19A1には、その表面の前後の端部の2箇所に圧電/電歪素子原板12A、12Bが接着されている。平板19A1は、同図(a)に示す1点鎖線およびこれらに並列する図示しない切断線に沿って切断されて、多数の原板19Aが切り出されるものである。

【0062】原板19Aは、図10(b)に示す2点鎖線に沿って屈曲加工されていて、同図(c)に示す第8圧電/電歪デバイス10hに形成される。第8圧電/電歪デバイス10hは、両可動部19a、19bを連結部19cに連結する連結部位19c1、19c2が円弧状の凹所に形成されている点において、第2圧電/電歪デバイス10bとは構成を異にするが、その他の点においては同一構成である。従って、第8圧電/電歪デバイス10hは、第2圧電/電歪デバイス10bと同様の機能を有するとともに、同様の作用効果を奏するものであるが、連結部位19c1、19c2に起因して、両可動部19a、19bの変位量の増大と円滑な変位動作を図るべく機能する。

【0063】以上の各圧電/電歪デバイスの製造する方法において、圧電/電歪素子原板を張り付けた平板11A1~19A1を切断する手段としては、ダイシング加工、ワイヤーソー加工等の機械加工や、YAGレーザ、エキシマレーザ等のレーザ加工や、電子ビーム加工等の手段を採用することができる。

【0064】上記した各実施形態に係る圧電/電歪デバイス10a~10hを構成する圧電/電歪素子12a、12bは、圧電/電歪層とこれに電界を印加するための一対の電極を備えるもので、ユニモルフ型、バイモルフ型等の圧電/電歪素子である。これらの圧電/電歪素子のうちでも、ユニモルフ型の圧電/電歪素子は、派生する変位の安定性に優れ、かつ、軽量化にとって有利であることから、圧電/電歪デバイスの構成部品として適している。

【0065】図11および図12には、圧電/電歪デバイス10a~10hを構成する圧電/電歪素子12a、12bとして、好適に採用される数例の圧電/電歪素子21~24を示している。

【0066】図11(a)に示す圧電/電歪素子21は、圧電/電歪層が1層である単層構造のもので、圧電/電歪層21a、一対の第1、第2電極21b、21c、および、一対の端子21d、21eにて構成されている。同図(b)に示す圧電/電歪素子22は、圧電/電歪層が2層である2層構造のもので、圧電/電歪層22a(22a1、22a2)、両圧電/電歪層22a1、22a2間に介在する第1電極22b、両圧電/電歪層22a1、22a2の外側面を包囲する第2電極22c、

および、一対の端子22d、22eにて構成されている。

【0067】また、図12に示す圧電/電歪素子23、24は、圧電/電歪層が4層である4層構造のものである。同図(a)に示す圧電/電歪素子23は、圧電/電歪層23a(23a1~23a4)、これらの両圧電/電歪層間に介在し包囲する第1、第2電極23b、23c、および、一対の端子23d、23eにて構成されている。

【0068】また、同図(b)に示す圧電/電歪素子24は、圧電/電歪素子23とは端子の配設部位を異にするもので、圧電/電歪層24a(24a1~24a2)、これらの両圧電/電歪層間に介在し包囲する第1、第2電極24b、24c、および、一対の端子24d、24eにて構成されている。

【0069】これらの各圧電/電歪素子21~24は、各圧電/電歪デバイスの圧電/電歪素子12a、12bとして、圧電/電歪デバイスの用途に応じて適宜採用されるものである。

【0070】各圧電/電歪素子21~24を構成する圧電/電歪層21a~24aには圧電セラミックスが用いられるが、電歪セラミックス、強誘電セラミックス、反強誘電セラミックス等を用いることも可能である。但し、圧電/電歪デバイスをハードディスクドライブの磁気ヘッドの位置決め手段等に使用する場合には、磁気ヘッドの取付部における変位量と駆動電圧または出力電圧とのリニアリティが重要であることから、歪み履歴の小さい材料を用いることが好ましい。抗電界が10kV/mm以下の材料を用いることが好ましい。

【0071】圧電/電歪層21a~24aを形成するための材料としては、具体的には、ジルコン酸鉛、チタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガニオブ酸鉛、アンチモンズ酸鉛、マンガンタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛、チタン酸バリウム、チタン酸ナトリウムビスマス、ニオブ酸カリウムナトリウム、タンタル酸ストロンチウムビスマス等の単独、または、これらの適宜の混合物等を挙げることができる。特に、ジルコン酸鉛、チタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛を主成分とする材料、または、チタン酸ナトリウムビスマスを主成分とする材料が好適である。

【0072】圧電/電歪層21a~24aを形成するための材料には、適宜の材料を添加して、圧電/電歪層の特性を調整することができる。添加材としては、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガ、セシウム、カドミウム、クロム、コバルト、アンチモン、鉄、イットリウム、タンタル、リチウム、ビスマス、スズ等の酸化物、または、最終的に酸化物となる材料の単独、もしくは、これらの適宜の混合物等を挙げることができる。

【0073】例えば、主成分であるジルコン酸鉛、チタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛等に、ランタンやストロンチウムを含有させることにより、抗電界や圧電特性を調整し得る利点がある。なお、シリカ等のガラス化し易い材料の添加は避けるべきである。何故ならば、シリカ等のガラス化し易い材料は、圧電／電歪層の熱処理時に圧電／電歪層と反応し易く、その組成を変化させて圧電特性を劣化させるからである。

【0074】各圧電／電歪素子21～24を構成する電極21b, 21c～24b, 24cは、室温で固体であって、導電性に優れた金属材料で形成されることが好ましい。金属材料としては、アルミニウム、チタン、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ニオブ、モリブデン、ルテニウム、パラジウム、ロジウム、銀、スズ、タンタル、タングステン、イリジウム、白金、金、鉛等の金属の単体、または、これら金属の合金等を挙げることができる。また、これらの金属材料に圧電／電歪層と同じ材料または異なる材料のセラミックスを分散させてなるサーメット材料を用いることもできる。

【0075】各圧電／電歪素子21～24は、圧電／電歪層21a～24aと各電極21b, 21c～24b, 24cを互いに積層した状態で、一体的に焼成することにより形成することが好ましい。この場合には、電極としては、白金、パラジウム、またはこれらの合金等の高融点金属材料からなるもの、高融点金属材料と圧電／電歪層の形成材料や他のセラミックス材料との混合物であるサーメット材料からなる電極を採用することが好ましい。電極の厚みは、圧電／電歪素子の変位に影響を及ぼす要因になることから、極力薄い薄膜状であることが好ましい。このため、圧電／電歪層と一体に焼成されて形成される電極が極力薄い薄膜状となるためには、電極を形成する材料は金属ペースト、例えば金レジネートペースト、白金レジネートペースト、銀レジネートペースト等の形態で使用する方が好ましい。

【0076】各圧電／電歪素子21～24の厚みは、各実施形態の圧電／電歪デバイスの圧電／電歪素子12a, 12bとして使用する場合には、40 $\mu$ m～180 $\mu$ mの範囲が好ましい。厚みが40 $\mu$ m未満である場合には、取扱い中に破損し易く、また、厚みが180 $\mu$ mを越える場合には、デバイスの小型化が困難となる。また、圧電／電歪素子は、圧電／電歪素子23, 24のごとく多層構造とすることによりその出力を増加させて、デバイスの変位の拡大を図ることができる。また、圧電／電歪素子を多層構造とすることにより、デバイスの剛性が向上することから、デバイスの共振周波数が高くなって、デバイスの変位動作を高速化できる利点がある。

【0077】各圧電／電歪素子21～24は、圧電／電歪層と電極を印刷またはテープ成形により積層して焼成してなる大面積の原板を、ダイサー、スライサー、ワイヤーソウ等により所定寸法に多数個切出す手段で作成さ

れる。圧電／電歪素子21～24は、公知のセラミックス基体に比較して薄くて硬度が低いため、原板の切削速度を速く設定できて高速で大量に加工処理できる。

【0078】各圧電／電歪素子21～24は、単純な板状構造であって取扱いが容易であり、また、汚れの付着量が少なく汚れを除去し易い。但し、圧電／電歪素子21～24は、セラミックス材料を主体とすることから、超音波洗浄では、適切な洗浄条件を設定する必要がある。原板から切出された圧電／電歪素子においては、US洗浄で精密洗浄した後、大気中、100℃～1000℃で熱処理することにより、セラミックス材料の微細な気孔に入り込んでいる水分と有機物を完全に除去するようにすることが好ましい。

【0079】以上の各圧電／電歪素子21～24の製造を総合すれば、圧電／電歪素子の製造には、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、電気泳動法等の厚膜形成法や、イオンビーム法、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、化学気相成長法(CVD)、めっき法等の薄膜形成法を採用することができる。これらの製造方法を採用して圧電／電歪素子を形成するには、圧電／電歪素子を、基体または基体の原板である平板上に直接形成することができ、また、適宜の支持基板上に形成し、これを剥がして基体または平板上に貼り付けるようにしてもよい。

【0080】各実施形態に係る圧電／電歪デバイス10a～10hを構成する圧電／電歪素子12a, 12bとして、各圧電／電歪素子21～24を採用する場合、各圧電／電歪素子21～24の基体に対する接着手段としては、エポキシ樹脂、UV樹脂、ホットメルト接着剤等の樹脂系接着剤や、ガラス、セメント、半田、ロウ材等の無機系の接着剤を使用することが好ましく、また、樹脂系接着剤に金属粉末やセラミックス粉末を混合したものをを使用することもできる。接着剤の硬度はショアDで80以上が好ましい。

【0081】また、各圧電／電歪素子21～24を採用する他の態様としては、圧電／電歪デバイス10a～10hの製造方法で示したように、基体の元板である平板に圧電／電歪素子原板12A, 12Bと同様の圧電／電歪素子原板を接着しておき、この平板を適宜の幅に切断して、基体の原板と一体に切り出す態様を採ることもできる。これにより、図11または図12に示す形状の圧電／電歪素子21～24が基体の原板上に一体に形成される。

【0082】なお、基体における圧電／電歪素子が接着される表面の部位には、予め、ブラスト、エッチング、めっき等の粗面加工を施しておくことが好ましい。接着部位の表面粗さをRa=0.1 $\mu$ m～5 $\mu$ m程度にすることにより、接着面積を増大して接着強度を向上させることができる。この場合、圧電／電歪素子側の接着部位の表面も粗い方が好ましい。電極を基体とは導通させた



くない場合には、最下層の圧電／電歪層の表面に電極を配置しないようにする。

【0083】接着剤として、半田、ロウ材を用いる場合には、濡れ性をよくするために、圧電／電歪素子の表面に金属材料の電極層を配置することが好ましい。接着剤の厚みは、 $1\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。接着剤の厚みは、薄い方がデバイスの変位および共振特性のばらつきを減らす点、および省スペース化の点で好ましいが、接着強度、変位、共振等の特性を確保するために、採用する接着剤毎に最適の厚みを設定するようにする。

【0084】各圧電／電歪素子21～24を各実施形態に係る圧電／電歪デバイス10a～10hに採用する場合の選択は、圧電／電歪デバイス10a～10hの用途に基づいて行う。圧電／電歪層の層数が少ない圧電／電歪素子では消費電力は小さいが駆動力も小さく、逆に、圧電／電歪層の層数が多い圧電／電歪素子では消費電力は大きいが駆動力も大きい。これらのことを考慮して、圧電／電歪デバイスの用途に適した圧電／電歪素子を選択する。一般には、圧電／電歪素子は、圧電／電歪層が複数層のものが好ましく、圧電／電歪層が3層～10層の範囲の圧電／電歪素子が好適に採用できる。圧電／電歪素子における電極の位置ずれは、 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0085】

【実施例】本実施例では、図1(b)に示す、本発明に係る第2の実施形態である第2圧電／電歪デバイス10bの範疇に属する圧電／電歪デバイスを作成して、当該圧電／電歪デバイスを本発明に係る圧電／電歪デバイスの代表例として挙げ、当該圧電／電歪デバイスの基づいて、本発明に係る圧電／電歪デバイスの構成、動作、作用効果等を詳細に説明する。図13には、当該圧電／電歪デバイスを平面的に示している。

【0086】当該圧電／電歪デバイス30においては、基体31と、一対の圧電／電歪素子32からなるもので、各圧電／電歪素子32として、図12(b)に示す圧電／電歪素子24を採用している。従って、圧電／電歪素子32の各構成部材の以下での説明では、圧電／電歪素子24の各構成部材の24番台の各符号を、32番台の各符号に変更して使用する。

【0087】当該圧電／電歪デバイス30を構成する基体31は、相対向して互いに並列する一対の可動部31a、31bと、両可動部31a、31bをそれらの一端部にて互いに連結している連結部31cとからなるコ字状を呈するもので、両可動部31a、31bと連結部31cとは、帯状の平板で一体的に形成されているものである。基体31は、両可動部31a、31bの他端部側に開口していて、両可動部31a、31bの他端部側の内側面が、磁気ヘッド等の部品Hを取付けるための取付部位31a1、31b1に形成されている。

【0088】各圧電／電歪素子32は、各可動部31a、31bにおける他端部の外側面に貼着されて、各可動部31a、31bの他端から一端部側へ所定長さ延びている。また、部品Hは、各可動部31a、31bにおける取付部位31a1、31b1に、各端部を接着剤31a2、31b2を介して固着されている。

【0089】当該圧電／電歪デバイス30を構成する基体31の各部位、および、圧電／電歪素子32の各部位の寸法は、両可動部31a、31bの部品Hに対する支持強度、両可動部31a、31bが部品Hに付与する変位量等を考慮して最適の寸法関係に設定される。

【0090】当該圧電／電歪デバイス30においては、例えば、基体31は板厚 $40\mu\text{m}$ のSUS304で形成されている。また、圧電／電歪素子32は、図12

(b)に示す圧電／電歪素子24を使用しているもので、PZTを使用した4層構造体であって、圧電／電歪層32aの各層の厚みが $15\mu\text{m}$ 、各電極32b、32cは $3\mu\text{m}$ の白金、各端子32d、32eは金ペーストからなる薄膜である。各圧電／電歪素子32は、1液の熱硬化エポキシ樹脂接着剤で各可動部31a、31bの外側面に接着される。

【0091】かかる構成の当該圧電／電歪デバイス30においては、圧電／電歪素子32を駆動電圧 $20\pm 20\text{V}$ の $1\text{kHz}$ の正弦波で駆動させた場合の、各可動部31a、31bにおける各取付部31a1、31b1の変位を測定したところ、 $\pm 1.5\mu\text{m}$ であった。また、正弦波電圧 $\pm 0.5\text{V}$ として周波数を掃引して変位の最大値を示す共振周波数を測定したところ、 $45\text{kHz}$ であった。

【0092】次に、本発明に係る圧電／電歪デバイスの動作を、上記した圧電／電歪デバイス30に基づいて説明するに、図13には当該圧電／電歪デバイス30の非作動の状態を示し、また、図14には当該圧電／電歪デバイス30の作動状態を示している。

【0093】当該圧電／電歪デバイス30において、各圧電／電歪素子32に電圧が印加されていない非作動時には図13に示す状態にあり、圧電／電歪デバイス30の長軸mと、各取付部位31a1、31b1間の中心軸nとはほぼ一致している。この状態で、例えば、図15

(a)の波形図に示すように、一方の圧電／電歪素子32における一対の電極32b、32cに所定のバイアス電位Vbを有するサイン波Wbをかけ、同図(b)に示すように、他方の圧電／電歪素子32における一対の電極32b、32cに、前記サイン波Wbとはほぼ $180^\circ$ 相位相異なるサイン波Waをかける。

【0094】これにより、一方の圧電／電歪素子32における一対の電極32b、32cに対して、例えば、最大値の電圧が印加された段階では、一方の圧電／電歪素子32における圧電／電歪層32aは、その主面方向に収縮変位する。このため、当該圧電／電歪デバイス30

においては、例えば図 14 に示すように、基体 31 の一方の可動部 31a に対して図示右方向（矢印 A 方向）に撓ませる応力が発生することから、可動部 31a は同方向に撓む。

【0095】この場合、他方の圧電／電歪素子 32 における一对の電極 32b, 32c は、電圧が印加されない状態にあるため、基体 31 の他方の可動部 31b は一方の可動部 31a の撓みに追従して、可動部 31a と同方向へ撓む。この結果、両可動部 31a, 31b は、圧電／電歪デバイス 30 の長軸 m に対して、図示右方向へ変位する。この変位の変位量は、各圧電／電歪素子 32 に対する印加電圧の最大値に応じて変化する。電圧の最大値が大きくなるほど、変位量は大きくなる。

【0096】特に、圧電／電歪素子 32 を構成する圧電／電歪層 32a の構成材料として、高い抗電界を有する圧電／電歪材料を採用した場合には、図 15 の (a),

(b) の 2 点鎖線の波形に示すように、最小値のレベルがわずかに負のレベルとなるように、前記バイアス電位を調整するようにしてもよい。この場合、負のレベルのバイアス電位が印加されている圧電／電歪素子、例えば、他方の圧電／電歪素子 32 の駆動によって、例えば、基体 31 の他方の可動部 31b に一方の可動部 31a の撓み方向と同方向の応力が発生し、取付部位 31a1, 31b1 の変位量をより大きくすることが可能となる。

【0097】換言すれば、図 15 の (a), (b) における 2 点鎖線で示す波形を使用することにより、負のレベルのバイアス電位が印加されている圧電／電歪素子 32 は、変位動作の主体となっている圧電／電歪素子 32 をサポートするという機能を持たせることができる。

【0098】このように、当該圧電／電歪デバイス 30 においては、圧電／電歪素子 32 の微小な変位が、基体 31 の両可動部 31a, 31b の撓みを利用して大きな変位動作に増幅されて両可動部 31a, 31b に伝達されることになるため、取付部位 31a1, 31b1 は、圧電／電歪デバイス 30 の長軸 m に対して大きく変位させることが可能となる。

【0099】当該圧電／電歪デバイス 30 においては、その機能を一層確実に発揮させるためには、基体 31 の各部位、および圧電／電歪素子 32 の各部位の寸法関係を、下記のごとく配慮することが好ましい。

【0100】図 13 には、当該圧電／電歪デバイス 30 の各部位の寸法を示しており、各寸法中、L1 は圧電／電歪デバイス 30 の全長でかつ基体 31 の全長であり、L2 は圧電／電歪デバイス 30 の全幅である。また、L3 は基体 31 の全幅、L4 は基体 31 の両可動部 31a, 31b 間の間隔、L5 は可動部 31a, 31b における圧電／電歪素子 32 の非接着部位の長さであり、L6 は圧電／電歪素子 32 の長さ、L7 は圧電／電歪素子 32 の幅である。

【0101】また、各寸法中、L8 は圧電／電歪素子の実質的駆動部分と部品取付部の固定部が重なる長さ、L9 は接着剤に厚み、L10 は可動部の厚み、L11 は連結部の厚み、L12 は可動部の可動部位の長さ、L13 は取付部の接合面の長さ、L14 は圧電／電歪素子 32 の実質的駆動部の長さであり、M1 は部品 H の長さ、M2 は部品 H の幅である。

【0102】当該圧電／電歪デバイス 30 においては、基体 31 の両可動部 31a, 31b 間の間隔 L4 と部品 H の横方向の長さ M1 の関係は  $L4 \geq M1$  であり、 $L4 - M1 = 0.001 \sim 0.01 \text{ mm}$  である。 $L4 < M1$  の場合には、部品 H を両可動部 31a, 31b 間に挿入する際に両可動部 31a, 31b 間を拡げる必要があり、この際にデバイスを破損させるおそれがある。接着剤の厚み L9 は  $0.005 \sim 0.1 \text{ mm}$  であり、より好ましくは  $0.01 \sim 0.05 \text{ mm}$  である。接着剤の厚み L9 が  $0.1 \text{ mm}$  より厚い場合には、接着剤が流れ出やすくして所定の寸法の厚みに入れることが難しくなる。

【0103】基体 31 の両可動部 31a, 31b 間の間隔 L4 と部品 H の横方向の長さ M1 の差が小さい場合には、部品 H を間隔 L4 に挿入したり、部品 H と各取付部位 31a1, 31b1 間への接着剤の注入が難しく、接着剤の厚み L9 の制御が難しい。接着剤の厚み L9 を  $0.01 \text{ mm}$  より薄く設定する場合には、部品 H に対する接着強度にばらつきが発生し易い。このため、接着剤の厚み L9 は、一層好ましくは  $0.01 \sim 0.03 \text{ mm}$  である。

【0104】基体 31 の可動部 31a, 31b の厚み L10 は  $0.001 \sim 0.2 \text{ mm}$  であり、より好ましくは  $0.01 \sim 0.1 \text{ mm}$  であり、一層好ましくは  $0.03 \sim 0.08 \text{ mm}$  である。連結部 31c の全幅（長さ）L2、可動部 31a, 31b の可動部位の長さ L12、取付部位 31a1, 31b1 の接着剤の厚み L9、可動部 31a, 31b の厚み L10 等は、できるかぎり小さい方が好ましく、これにより、デバイスの全長 L1 および全幅 L2 が小さくなって、デバイスが小型化される。

【0105】基体 31 における可動部 31a, 31b の可動部位の長さ L12 は  $0.2 \sim 3 \text{ mm}$ 、好ましくは  $0.3 \sim 2 \text{ mm}$  である。両可動部 31a, 31b の取付部位 31a2, 31b2 の長さ L13 は、 $0.05 \sim 2 \text{ mm}$  である。両可動部 31a, 31b の間隔 L4 は  $0.1 \sim 2 \text{ mm}$  であり、好ましくは  $0.2 \sim 1.6 \text{ mm}$  である。この寸法にあっては、（両可動部 31a, 31b の長さ L3）／（両可動部 31a, 31b の間隔 L4）は  $0.5 \sim 10$ 、好ましくは  $0.5 \sim 5$  である。（両可動部 31a, 31b の間隔 L4）／（可動部 31a, 31b の厚み L10）は  $0.5 \sim 20$ 、好ましくは  $1 \sim 15$ 、さらに好ましくは  $1 \sim 10$  である。

【0106】圧電／電歪素子の実質的駆動部分と部品取付部の固定部が重なる長さ L8 は、可動部 31a, 31

bの厚みL10の1/2より大きいこと、すなわち $L8 > (L10/2)$ であることが好ましい。かかる設定によれば、圧電/電歪層32aの駆動力が、変位に対して効率良く作用する。

【0107】基体の可動部31a、31bにおける取付部位31a、31bの接合面の長さL13は、図13に示す状態では、部品Hの幅M2と略同一に設定している。しかしながら、部品Hの長さM1がその幅M2より長い場合には、取付部位31a2、31b2の長さL13を長くしない方法として、取付部位31a2、31b2をデバイス10fに見られるように、接着規定長さの取付部位に形成することで、部品Hの長さM1と独立的に取付部位31a、31bの接合面の長さL13を規定する。或いは、部品Hを接着した状態で、部品Hの先端部を取付部位31a2、31b2から突出させるようにすることもできる。

【0108】圧電/電歪素子の実質的駆動部の長さL14は、可動部31a、31bにおける可動部位の長さL12の20~95%とすることが好ましく、より好ましくは40~80%である。

【0109】当該圧電/電歪デバイス30は、例えば、磁気ヘッドを制御するアクチュエータとして使用することができるとともに、加速度センサーとしても使用することができる。

【0110】当該圧電/電歪デバイス30を磁気ヘッドを制御するアクチュエータとして使用する場合には、図13に示す部品Hは磁気ヘッドであって、当該圧電/電歪デバイス30は、その基体31の連結部31cにてサスペンションに固定される。サスペンションは、当該圧電/電歪デバイス30を支持するための支持台であって、当該圧電/電歪デバイス30は、サスペンションに固定された状態では、その連結部31c以外の部位がサスペンションから浮いた状態にある。

【0111】また、当該圧電/電歪デバイス30を加速度センサーとして使用する場合には、図13に示す部品Hは錘であって、錘Hは基体31の両可動部31a、31bにおける取付部位31a1、31b1に接着される。図16は、当該圧電/電歪デバイス30を加速度センサーSとして使用した態様を示し、図17は当該加速度センサーSとして組立てる前の状態が示している。

【0112】当該加速度センサーSにおいては、錘Hはエポキシ樹脂等の接着剤で、両可動部31a、31bの取付部位31a1、31b1に接着されていて、当該圧電/電歪デバイス30はその連結部31cにて配線基板s1の取付部位s2にエポキシ樹脂等の接着剤を介して固定されている。当該圧電/電歪デバイス30は、この取付状態では、その連結部31c以外の部位が配線基板s1から浮いた状態にある。なお、配線基板s1には、電気接続のための配線や各種の回路が形成されているが、これらについては図示を省略している。

【0113】当該加速度センサーSにおいては、当該圧電/電歪デバイス30の配線基板s1に対する接着をスポット溶接等で行うことができ、接着にスポット溶接の手段を採れば、接着面積が小さくて強固に取付けることができる。また、錘Hについては、その質量を適宜に設定することにより加速度感度を調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る圧電/電歪デバイスである8種類の実施形態を模式的に示す斜視図(a)~(h)である

【図2】第1の実施形態である第1圧電/電歪デバイスの基体を構成する原板を形成するための平板の作成方法を示す斜視図(a)、および同平板の斜視図(b)である。

【図3】第1圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板を作成する方法を示す斜視図(a)、同原板の斜視図(b)、および同原板にて形成された基体からなる圧電/電歪デバイスの斜視図(c)である。

【図4】第2圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板を作成する方法を示す斜視図(a)、同原板の斜視図(b)、および同原板にて形成された基体からなる圧電/電歪デバイスの斜視図(c)である。

【図5】第3圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板を作成する方法を示す斜視図(a)、同原板の斜視図(b)、および同原板にて形成された基体からなる圧電/電歪デバイスの斜視図(c)である。

【図6】第4圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板を作成する方法を示す斜視図(a)、同原板の斜視図(b)、および同原板にて形成された基体からなる圧電/電歪デバイスの斜視図(c)である。

【図7】第5圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板を作成する方法を示す斜視図(a)、同原板の斜視図(b)、および同原板にて形成された基体からなる圧電/電歪デバイスの斜視図(c)である。

【図8】第6圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板を作成する方法を示す斜視図(a)、同原板の斜視図(b)、および同原板にて形成された基体からなる圧電/電歪デバイスの斜視図(c)である。

【図9】第7圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板を作成する方法を示す斜視図(a)、同原板の斜視図(b)、および同原板にて形成された基体からなる圧電/電歪デバイスの斜視図(c)である。

【図10】第8圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板を作成する方法を示す斜視図(a)、同原板の斜視図(b)、および同原板にて形成された基体からなる圧電/電歪デバイスの斜視図(c)である。

【図11】本発明に係る圧電/電歪デバイスを構成する圧電/電歪素子に採用される2例の各圧電/電歪素子の斜視図(a)、(b)である。

【図12】本発明に係る圧電/電歪デバイスを構成する圧電/電歪素子に採用される他の2例の各圧電/電歪素

子の斜視図 (a), (b) である。

【図 13】圧電／電歪素子として図 12 (b) に示す圧電／電歪素子を採用して形成した本発明の実施例に係る圧電／電歪デバイスの平面図である。

【図 14】同圧電／電歪デバイスの作動状態の平面図である。

【図 15】同圧電／電歪デバイスの各圧電／電歪素子に印加される電圧の波形図である (a), (b) である。

【図 16】圧電／電歪デバイスを加速度センサーとして使用した態様を示す概略的斜視図である。

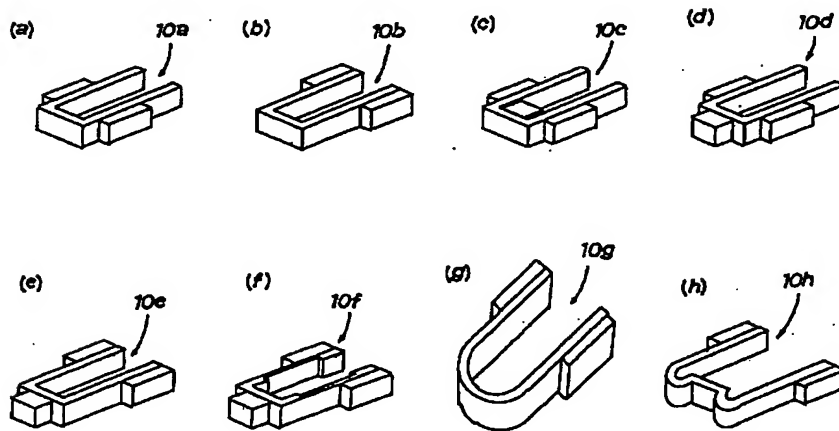
【図 17】加速度センサーの組立てる前の状態を示す斜視図である。

【符号の説明】

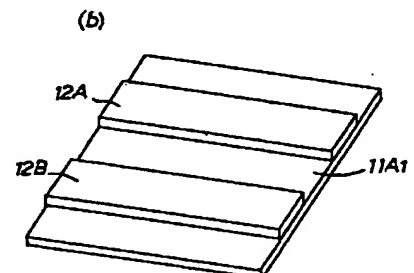
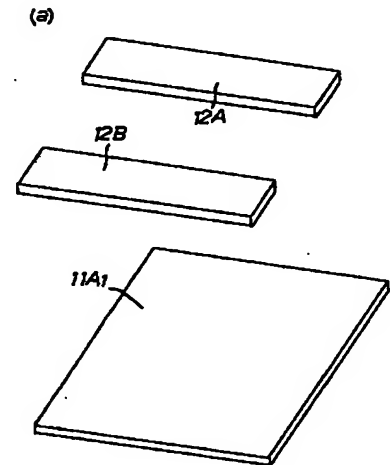
10a~10h…圧電／電歪デバイス、11…基板、11A…基板、11A1…平板、11a, 11b…可動部、11c…連結部、12a, 12b…圧電／電歪素子、12A, 12B…圧電／電歪素子基板、13…基板、13A…基板、13A1…平板、13a, 13b…可動部、13c…連結部、14…基板、14A…基板、14A1…平板、14a, 14b…可動部、14c…連結部、14D…平板状部材、14d…平板部、15…基板、15A…基板、15A1…平板、15a, 15b…

可動部、15c…連結部、15D…平板状部材、15d…平板部、16…基板、16A…基板、16A1…平板、16a, 16b…可動部、16c…連結部、16D…平板状部材、16d…平板部、17…基板、17A…基板、17A1…平板、17a, 17b…可動部、17a1, 17b1…薄肉部位、17c…連結部、17D…平板状部材、17d…平板部、18…基板、18A…基板、18A1…平板、18a, 18b…可動部、18c…連結部、19…基板、19A…基板、19A1…平板、19a, 19b…可動部、19c…連結部、19c1, 19c2…連結部位、19c3, 19c4…波形状部位、21, 22, 23, 24…圧電／電歪素子、21a…圧電／電歪層、22a1, 22a2…圧電／電歪層、23a1~23a4…圧電／電歪層、24a1~24a4…圧電／電歪層、21b, 21c, 22b, 22c, 23b, 23c, 24b, 24c…電極、21d, 21e, 22d, 22e, 23d, 23e, 24d, 24e…端子、30…圧電／電歪デバイス、31a, 31b…可動部、31a1, 31b1…取付部位、31c…連結部、32…圧電／電歪素子、32a…圧電／電歪層、32b, 32c…電極、32d, 32e…端子。H…部品、S…加速度センサー、s1…配線基板、s2…取付部位。

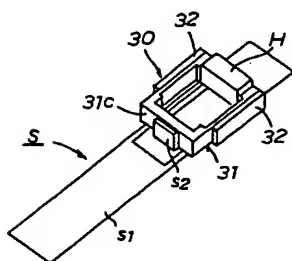
【図 1】



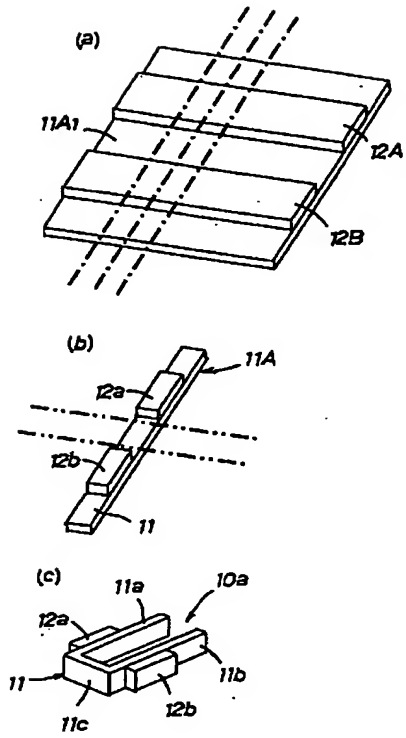
【図 2】



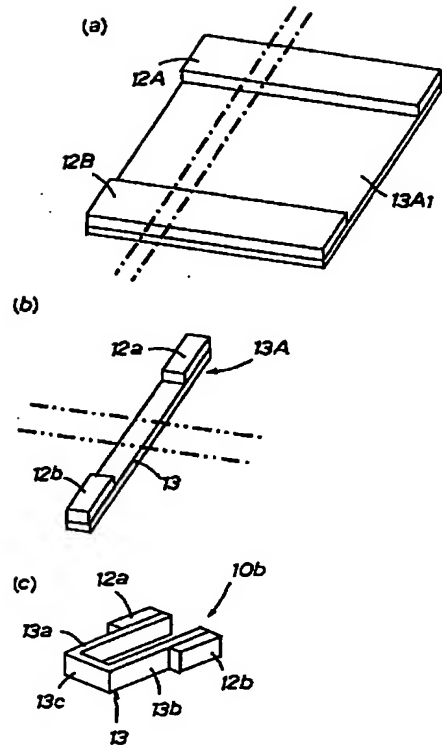
【図 16】



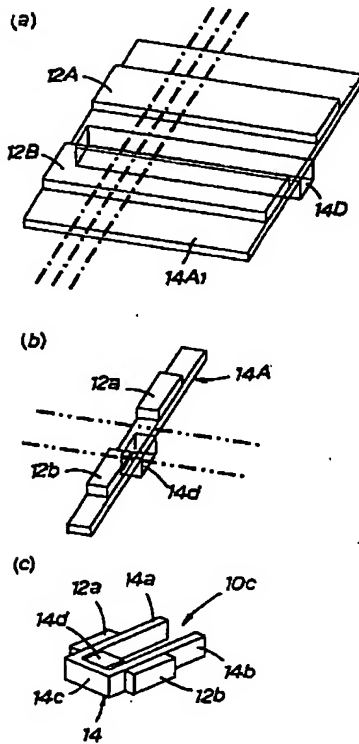
【図3】



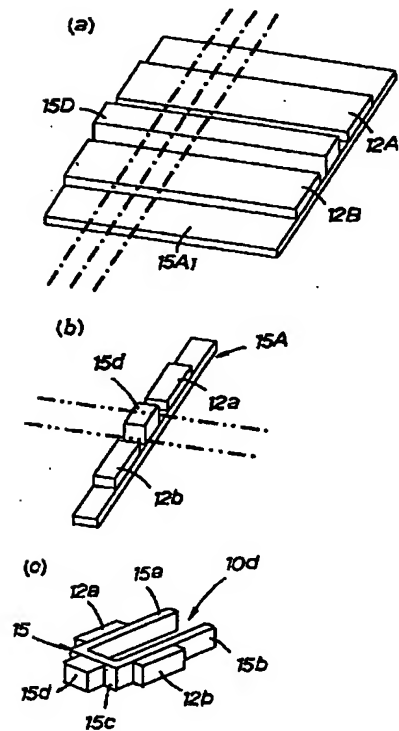
【図4】



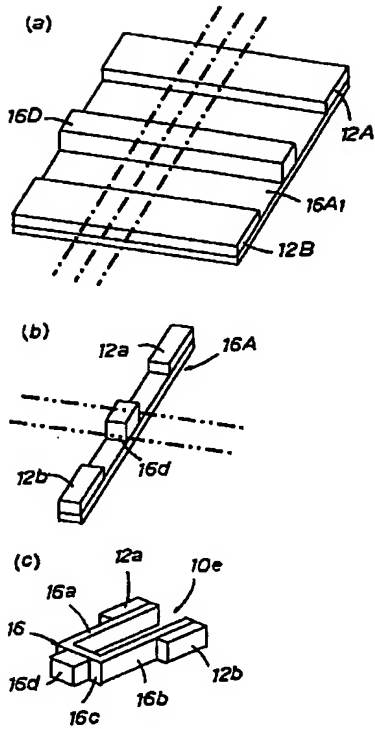
【図5】



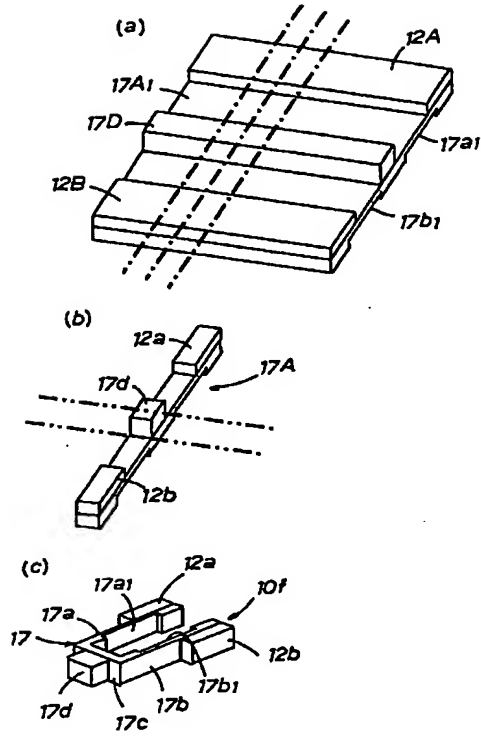
【図6】



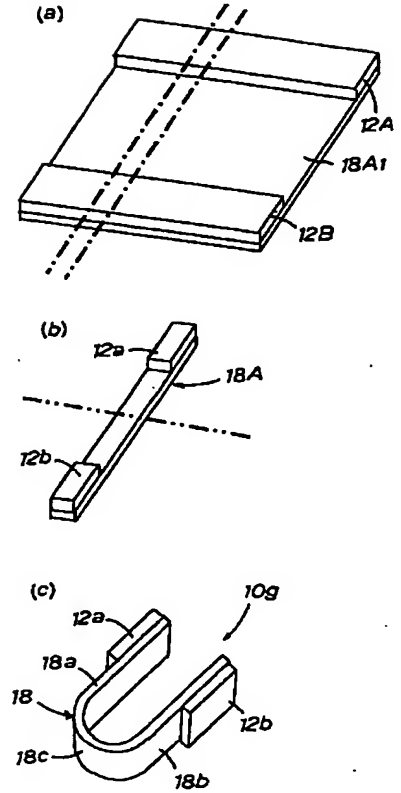
【図 7】



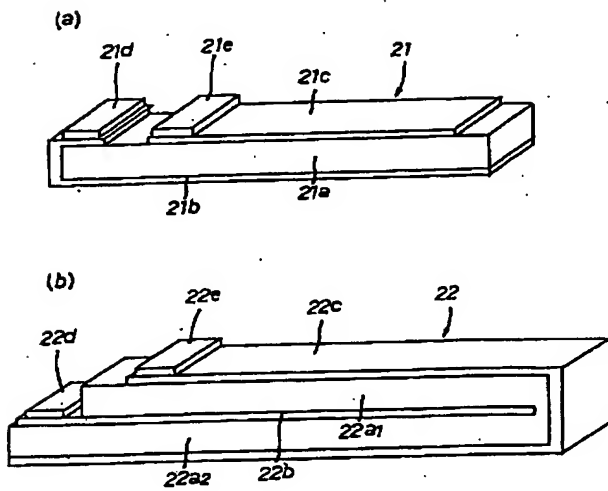
【図 8】



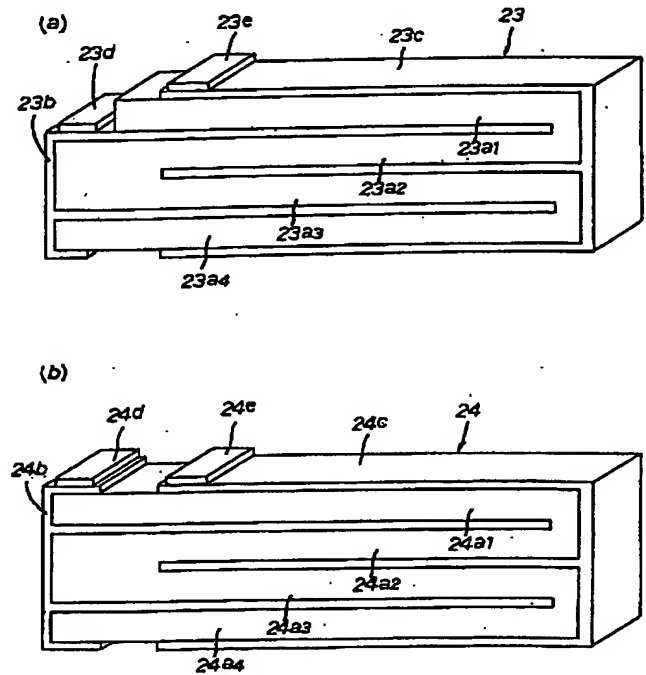
【図 9】



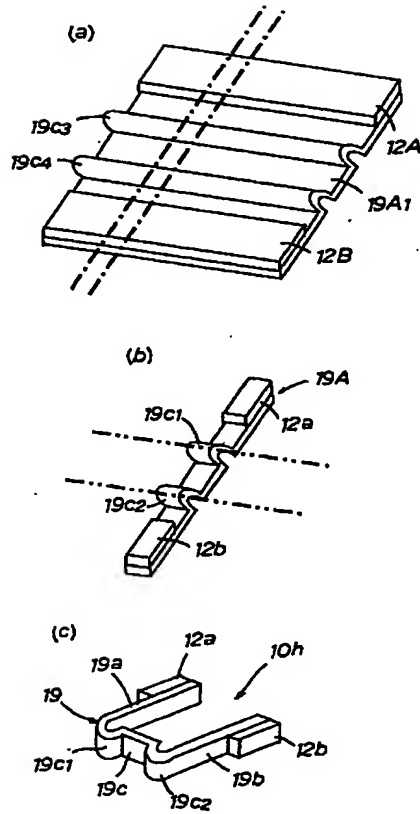
【図 11】



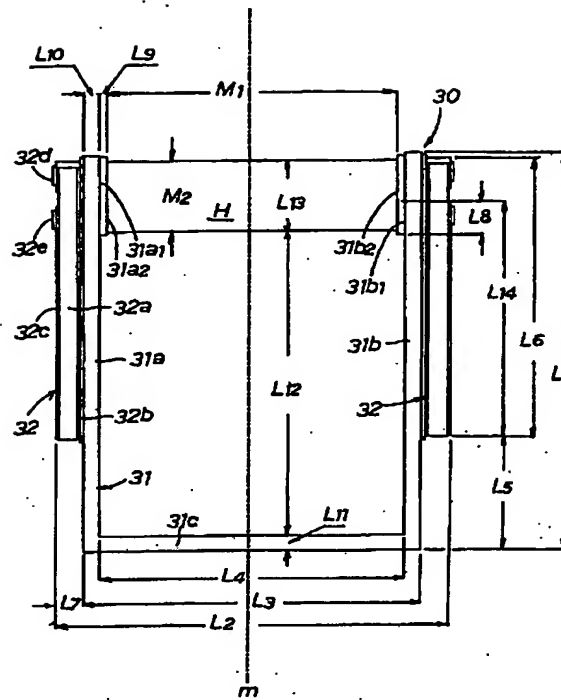
【図 12】



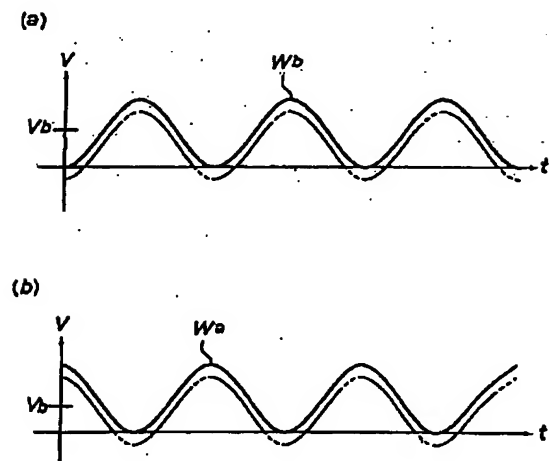
【図10】



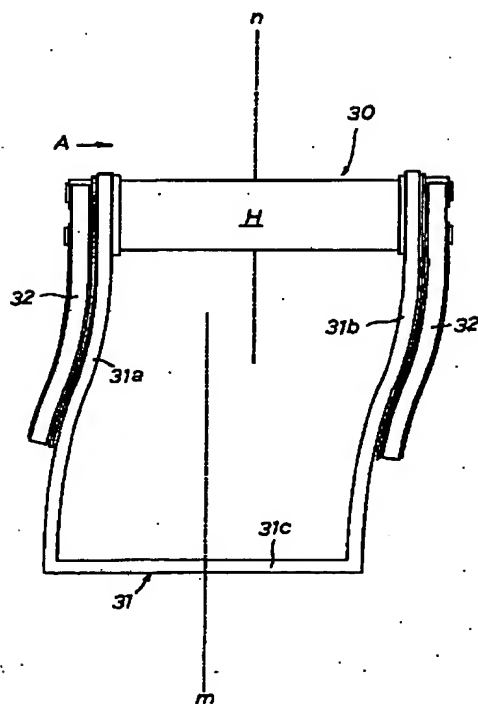
【図13】



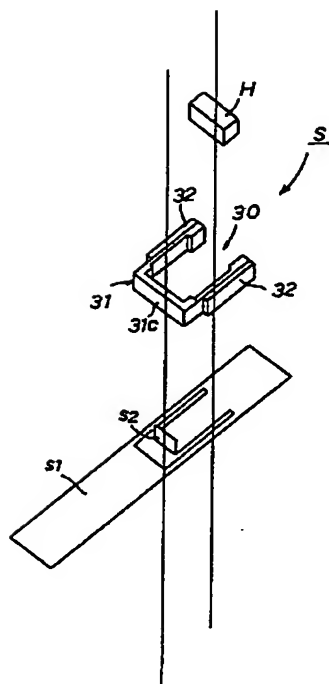
【図15】



【図14】



【図17】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H 0 1 L 41/187  
41/22

識別記号

F I

H 0 1 L 41/18

テ-マ-ド' (参考)

1 0 1 B

1 0 1 C

1 0 1 D

Z

41/08